

EGYETEMI KÖNYVTÁR
OLVASÓTERME
SZEGEDEN

C.
268.

55388

S. 119

ÉRTEKEZÉSEK
MÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

KIADJA A MAGYAR TUD. AKADÉMIA.

A III. OSZTÁLY RENDELETÉBŐL

SZERKESZTI

SZABÓ JÓZSEF

OSZTÁLYTITKÁR.

XVIII. KÖTET. 6. SZÁM. 1888.

KISÉRLETI ADATOK
A PORRET-FÉLE IZOMTÜNEMÉNY
JELENTŐSÉGÉNEK KÉRDÉSÉHEZ.

REGÉCZY NAGY IMRE

TR. EGYETEMI NYILV. BK. TANÁRTÓL.

(A III. osztály ülésén 1888. jun. 11. bemutatta JENDRÁSSIK J. r. t.)

Ára 40 kr.

BUDAPEST.

1889.



ÉRTEKEZÉSEK

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

Első kötet. 1867—1870. — Második kötet. 1870—1871. — Harmadik kötet. 1872. — Negyedik kötet. 1873. — Ötödik kötet. 1874. — Hatodik kötet. 1875. — Hetedik kötet. 1876. — Nyolczadik kötet. 1877. — Kilenczedik kötet. 1878—1879. — Tizedik kötet. 1880.

Tizenegyedik kötet. 1881.

I. Az associált szemmozgások idegmechanismusáról. 2 fametszettel. (Második közlemény. II. rész. Az idegrendszer egyes részeinek befolyásáról az önkénytelen associált szemmozgásokra.) Dr. *Högyes Endrétől.* — II. A Frusca-gora aquitaniai flórája. 4 táblával. Dr. *Staub Mórictől.* — III. A pinguicula és utricularia sejtmagjaiban előforduló krystalloidokról. (Egy táblával.) *Klein Gyulától.* — IV. Vegyeréltani vizsgálatok. (II. értekezés.) Dr. *Than Károlytól.* Egy tábla körrajzzal. — V. Ujabb tanulmányok a kámforesoport köréből. *Balló Mátyástól.* — VI. A homoródi vasas savanyuvíz-források chemiai elemzése. Dr. *Solymosi Lajostól.* — VII. A solymosi hideg savanyu ásványvíz chemiai elemzése. Dr. *Hankó Vilmostól.* — VIII. Önműködő higanylégszivattyu. *Schuller Alajostól.* Egy rajzzal. — IX. Adatok a Mecsekhegység és dombvidéke jurakorbeli lerakódásainak ismeretéhez. (II. Palaeontologiai rész.) *Böckh Jánostól.* 10 tábla rajzzal. — X. A carludovica és a canna gummijáraitairól. *Szabó Ferencztől.* Egy táblával. — XI. Budapest főváros ivóvizeti egészségi szempontból s néhány ásványvíz elemzése. *Balló Mátyástól.* — XII. Emlékbeszéd William Stephen Atkinson külső tag felett. Dr. *Duka Tivadartól.* — XIII. Adatok a harántesiku izmok szerkezete- és idegvégződéséhez. (Székfoglaló értekezés.) — *Thanhoffer Lajostól.* Egy 4-es rétű tábla rajzzal. — XIV. A mohai (fehérmegyei) Agnes-forrás vegyelemzése. Dr. *Lengyel Bélától.* — XV. Egy újabb szerkesztű, vizszivatyuval combinált higany-légszivatyuról. Dr. *Lengyel Bélától.* Egy tábla rajzzal. — XVI. Az elzöldült szarkaláb mint morphologiai utmutató. *Borbás Vinczétől.* Egy tábla rajzzal. — XVII. A víznek képződési melegéről. *Schuller Alajostól.* — XVIII. Békésvármegye flórája. Dr. *Borbás Vinczétől.* — XIX. Rendhagyó köggombák. *Hasslinszky Frigyesztől.* Rajzokkal. — XX. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. Közli *Jendrassik Jenő.* (I. Adatok a szűrődés tanához. Regécsy Nagy Imré tr. tanársegédttől. II. A gyomor hámsejtjeiről. Ballagi János tr. élettani gyakornoktól. III. A zsírfelszívódáshoz a gyomorban. Mátrai Gábor orvostanhallgatótól. IV. A zsírok átszívargásáról, nevezetesen az epe befolyása alatt. Hutyra Ferencz orvostanhallgatótól. (Rajzokkal.) — XXI. Emlékbeszéd Kenessey Albert felett. *Galgóczy Károlytól.* — XXII. A tudományok haladásának befolyása a selmeczvidéki bányamivelésre. *Pécs Antaltól.* — XXIII. Vegyeréltani vizsgálatok. A calorimetrikus mérések adatainak összehasonlításáról. *Than Károlytól.* — XXVI. Közlemények a m. kir. egyetem vegytani laboratoriumából. Bemutatta *Than Károly.* (I. A borkósav száraz leparlási terményeiről. *Liebermann Leóttól.* II. Adatok a Carbonylsulfid physikai sajátágaihoz s tiszta Carbonylsulfid előállítására. 2-ik közlemény. *Ilosvay Lajostól.*) — XXV. Közlemények az állatorvosi tanintézet vegytani laboratoriumából. *Liebermann Leóttól.* (I. A kénessav kimutatása a borban és más folyadékokban II. Egy készülék könnyen olvadó fémek és öntvények olvadási pontjának meghatározására.) Egy rajzzal. — XXVI. A hydrogen hyporoxyd képződése égés közben. II. Válasz a víz képződési melegének ügyében. *Schuller Alajostól.*



ÉRTEKEZÉSEK

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

KIADJA A MAGYAR TUD. AKADÉMIA.

A III. OSZTÁLY RENDELETÉBŐL.

SZERKESZTI

SZABÓ JÓZSEF

OSZTÁLYTITKÁR.

VII.

Kísérleti adatok a Porret-féle izomtűnemény jelentőségének kérdéséhez.

REGÉCZY NAGY IMRE

tr. egyetemi nyilván. rk. tanártól.

(A III. osztály ülésén 1888. jún. 11. bemutatta JENDRÁSSIK J. r. t.)

A Kühne¹⁾ által fölismert és a Porret-féle izomtűnemény elnevezés alatt ismertetett jelenséget legújabbban Hermann²⁾ tette tanulmánya tárgyává.

Kísérletei közben alkalma volt mind ama tapasztalatok helyes voltáról meggyőződnie, a melyeket Jendrassik³⁾ régebben végzett kísérletei közben szerzett, és részletesen leírt.

Ez észleleteken kívül a Hermann vizsgálatai csak kevés tárgyilagos és eléggé megállapított új adatot szolgáltatottak; ezek a következő két mondatban foglalhatók össze:

a) Az izomrostok irányával kereszteződő villamáram mellett nem mutatkozik a jelenség.

b) A hőmérsék emelkedésekor fokozódik, a hőmérsék csökkenésekor ellenben gyöngül, sőt meg is szűnik a Porret-féle izomtűnemény.

¹⁾ Reichert's und Du Bois Reymond's Archiv. 1860. 542.

²⁾ Pflüger's Archiv 1886. Bd. XXXIX. 597—623.

³⁾ M. tud. akad. Értekezések 1878. VIII. k. 14. sz. 44—63. l. és Du Bois Reymond's Archiv 1879. 301—313.

És e kevés tapasztalatot *Hermann* elégnak találta arra, hogy a már előbb kellőleg fölismert, és *Jendrassik* által minden részében tökéletesen megmagyarázott jelenségnek más nevet és más értelmezést adni megkísértsen; a nélkül azonban, hogy ez értelmezésének útjában álló akadályokat egyszersmind elhárítani is igyekezett volna.

Jendrassik a Porret-féle izomtűnemény főtényezőjeképen «azon hely és alakváltozásokat tekinti, miket az egész izom vagy több rostkötegből álló részeinek vért és nyirknedvet tartalmazó csatornái a villamáram által bennök előidézett endosmoticus nedvhordás folytán elszenvednek»; de egyszersmind lehetőknek tartja, hogy az izomrostok is «könnyű hajlékonyságuknál fogva szenvedőlegesen hozzájárulhatnak a hullámos áramlat feltűnőbb kifejléséhez».

Hermann szerint ellenben a villamáram által okozott és az izom intrapolaris szakaszában a villamáram irányát követő áramlási jelenség összehúzódás lenne; ugyan e véleményt nyilvánította már előbb *Du Bois Reymond*,¹⁾ majd *Brücke*,²⁾ de oly időben, a mikor a jelenség még kellőképen tanulmányozva nem volt, és így jól meg sem volt ítéltető.

Mai ismereteink mellett, hogy a szóban levő áramlási jelenség mint összehúzódás legyen fölfogható, *Hermann* kénytelen a következő, mint látni fogjuk, alaptalan fölvételekhez folyamodni:

a) Erős villamáram az izomban nemcsak az elektrodoknál hoz létre ingerületet, hanem az intrapolaris szakasz egész hosszában.³⁾

b) A villamosan átáramolt izomban támadt ingerületek csak egy irányban terjednek tovább, nevezetesen a villamáram irányát követve, még pedig rendkívüli lassúsággal.⁴⁾

¹⁾ Gesam. Abhandlungen I. 126—130.

²⁾ Wiener akad. Sitzungsber. III. Abth. 1875. Bd. 70. 145.

³⁾ Loc. cit. 615. l. «Das Auftreten ist abnorm, weil in der Norm die galvanische Erregung stets von der Kathode, oder bei der Oeffnung von der Anode ausgeht, hier aber an den verschiedensten Faserstellen Erregungswellen auftreten.»

⁴⁾ Loc. cit. 615. l. «Die Fortpflanzung ist abnorm, insofern sie erstens unvergleichlich langsamer als sonst erfolgt.... und zweitens die Erregungen sich nur in Einer Richtung, nämlich nach der Kathode hin, fortpflanzen.»

SZEK
DUPLUM



c) Az intrapolaris izomszakaszban kiváltott ingerület nem terjed át az extrapolaris szakaszra; az ingerületvezető képesség a kathodnál megszűnik, az anodnál pedig — valamint az egész intrapolaris részben — csupán csökkenést mutat egyidejűleg.¹⁾

Ámde az élettani törvényekbe ütköző e sok fölvétel elég tágas tért nyit a *Hermann* fölfogásának megtámadására physiologiai alapon; sőt lehetetlen voltának bizonyítására a *Hermann* adataira és fölvételeire támaszkodva már a logika is elégséges.

Hermann szerint az olyan erejű villamáram, a mely a szóban levő áramlási jelenséget létrehozza, egyszersmind oly vezetési képtelenséget is eredményez a kathodnál, hogy az ingerület és ezzel az összehúzódás²⁾ az extrapolaris izomszakaszra sem terjedhet át; föltéve, hogy a kérdéses ingerület e folyamatnál is a kathod táján támad, — mely törvény érvényes voltát *Hermann* sem vonja kétségbe,³⁾ — továbbá ez áramlási jelenségre vonat-

¹⁾ Loc. cit. 622. «Schliesslich mag noch erwähnt werden, dass der Grund, warum das Wogen niemals die Kathode überschreitet, obgleich hier die Fortpflanzung anscheinend freie Bahn hätte, ganz offenbar in der Leitungsunfähigkeit dieser Stelle liegt; man sieht ja ganz deutlich, wie sie durch den Strom tödtlich verändert wird, und am Nerven ist die Leitungsunfähigkeit der Kathode bei starken Strömen eine längst bekannte Erscheinung.»

²⁾ Indokolatlan e kifejezés is «tovahaladó idiomuskularis összehúzódás». — *Schiff* a midőn megkülönböztette az erőművi inger alkalmazása helyén keletkezett tartós helybeli összehúzódást a tovaterjedő rövidülési hullámtól, használta az előbbire az *idiomuskularis*, az utóbbira a *neuromuskularis* nevet. Miután a *Kühne* vizsgálatai alapján kiderült, hogy az izom nem csupán ingerlékeny, hanem egyszersmind az ingerületet az idegrostok közvetítése nélkül is tovább terjeszteni képes, a neuromuskularis összehúzódás név elvesztette jogosultságát, s e helyett a tovaterjedő rövidülési hullám eredményét egyszerűen *rángásnak* nevezzük; a helybenmaradó tartós összehúzódás megnevezésére fenmaradt az idiomuskularis összehúzódás név, a mely alatt más mint a helybenmaradó tartós összehúzódás nem értendő, és csak zavarra szolgáltatna okot, ha a tovaterjedő összehúzódást, vagyis a rángást is, — legyen az bármily lassan előhaladó rövidülési hullám eredménye — idiomuskularis összehúzódásnak neveznénk, bár természetére nézve kétségkívül az is idiomuskularis folyamat, a mennyiben az ingerület tovaterjedését is magok az izomrostok közvetítik.

³⁾ *Hermann* úgy vélekedik, hogy az intrapolaris szakasz hosszában másodlagos kathodok képződnek, és ezek szolgálnak az ingerület kiváltá-

kozólag elfogadva, hogy az ingerület, a mint *Hermann* állítja, csak egy irányban terjedhet tovább, de csupán a kathód felé, az anód felé pedig nem: *ebből az következik, hogy a kathodnál támadt ingerületnek helyben kell maradnia, és tovább terjednie lehetetlen.* *Hermann* szerint ugyanis az anód felé nem terjedhet, mert a villamáram hatása alatt az izom ingerületvezető képessége oly sajátos változást szenvedett, hogy csupán egy irányban mehet az ingerület, de az anód felé nem; a kathodon túl viszont nem terjedhet, mert az izom állítólag a kathodnál teljesen elvesztette ingerületvezető képességét.

Hogy az előrebocsátott fölvételek mellett tovahaladó összehúzódnás egyáltalában létrejöhessen, még arra a fölvételre volna szükség, hogy a főkathodnál az izom ingerületvezető képessége elvesz, a másodlagos kathodoknál ellenben, a melyek *Hermann* szerint az ingerület kiinduló pontjaiképen szolgálnak, megmarad; de e fölvételnek mindenesetre valamely a főkathód és a másodlagos kathodok közt levő különbségen kellene alapúlnia, ámde az áramlási jelenség nem sarkuló elektrodok alkalmazása esetén is tapasztalható lévén, ily különbség nem létezhet, s olyat *Hermann* sem talált.

Jendrassik tanár úr fölhívására én is tanulmányom tárgyává tettem a Porret-féle izomtűneményt, és a következőkben elő fogom sorolni egy részről ama jelenségeket, a melyek a *Hermann* értelmezésének alapjául szolgáló ama fölvétel által, hogy a kérdéses tűnemény tovahaladó ingerületi jelenség, kellően meg nem fejthetők, — más részről pedig bírálat alá veszem a *Hermann* kifogásait ama fölfogás ellenében, hogy a Porret-féle izomtűnemény a villamáram kataphorikus hatásának eredménye.

A) A Porret-féle izomtűneménynél tapasztalható, és az ingerületi állapottal össze nem egyeztethető jelenségek.

1. *Az áramlás a tevőleges villamsark felől a nemleges villamsark felé haladó irányban történik. (Kühne.)*

A Pflüger-féle rángási törvény értelmében, a melynek érvényességét az izomra vonatkozólag is kimutatta *Bezold* és újabban

sára. A másodlagos elektrodok képződésének kérdésével alább fogok foglalkozni.

Biedermann,¹⁾ az állandó villamáram alkalmazásakor az ingerület csak a villamsarkaktól indul ki, semmiképen sem az egész intrapolaris izomszakasz minden helyétől; még pedig úgy a villamáram megindításakor, valamint a villamáram tartama alatt is a *kathodtól*. A *Porret*-féle izomtűnemenynek e szerint, ha ingerületi jelenség volna, az ellenkező irányban — ugyanis a *kathodtól* az anod felé haladó irányban — kellene mutatkoznia; nem úgy mint a hogy látszik, az anodtól a *kathod* felé. Másodlagos elektrodok képződésének fölvételére az intrapolaris izomszakasz hosszában az eddig ismert kísérleti adatok semmi alapot nem nyújtanak.

2. A *Porret*-féle izomtűnemeny elmarad az izom kinyújtásakor vagy ellazításakor. (*Jendrassik*.)

A *Porret*-féle izomtűnemeny megszűnik, ha az izmot egy bizonyos közép feszülési fokon túl megnyújtjuk; a jelenség megszüntetésére szükséges nyújtást azonban az izom az ingerlést követő összehúzódásakor föl bírja emelni. A *Porret*-féle izomtűnemenyt megszüntető nyújtás tehát e szerint mechanikailag nem képes az izom összehúzódását megakadályozni, és a ha *Porret*-féle izomtűnemeny összehúzódás volna, annak létrejöttét sem bírná a közép fokú megterhelés meggátolni. Viszont az izom kinyújtása nem zárna ki a másodlagos elektrodok képződését az intrapolaris izomszakaszban, a mint azt *Hermann* maga is elismeri.

A nyújtáshoz hasonlóan az izomnak oly fokú ellazulása is, a melynél az izomrostok zig-zugos lefutásúakká válnak, megszünteti a *Porret*-féle izomtűnemenyt, bár az ilyen állapot a másodlagos elektrodok képződésére a legelőnyösebb lehetne. Viszont *Hermann*²⁾ úgy találta a *Porret*-féle izomtűnemenyre vonatkozólag, hogy a nagyon ellazult és a hullámzást nem mutató izomrészlet a szomszédos részek hullámzását sem terjeszti tovább. Ellenkező tapasztalatokat tett *Hermann*³⁾ az ingerület tovaterjedésére vonatkozólag akkor, a midőn kísérleteit úgy végezte, hogy az egész izmot előbb hossza szerint összetolta, a mikor is az izom

¹⁾ Wiener akad. Sitzungsber. 1879. Bd. 79. III. Abth., S. 289.

²⁾ L. c. 607. l. «Eine wegen starker Erschlaffung an sich nicht wogende Muskelabtheilung auch Wogen der angrenzenden Theile nicht fortpflanzte.»

³⁾ Pfüger's Archiv 1875. X. Bd. 52. l.

természetesen ránczosodott, a rostok lefutása hullámossá vált; *Hermann* ugyanis meggyőződött, hogy az ingerület tovaterjedési sebessége, a rostok hullámos lefutása által nem kisebbedett, hanem ellenkezőleg nagyobbak mutatkozott, mint a legtöbb vizsgáló mérési kísérleteinél.

3. *A Porret-féle izomtűnemény nem terjed túl a villamsarkokon, hanem az intrapolaris szakaszra szorítkozik. (Jendrassik.)*

Az ingerület sajátága az, hogy az izmon végig halad, ha az izomrostok folytonossága nincs megszakadva; a rostok folytonosságában csak erős anelektrotonus képes az ingerület tovaterjedését megakasztani. *Hermann*¹⁾ a főt említett jelenséget csak azzal a fölvetéssel bírja értelmezni, hogy az erős villamám a katódnál teljesen megszünteti az ingerületvezető képességet, míg ez ugyanakkor úgy az anódnál valamint az egész intrapolaris izomszakaszban megmarad. De e fölvetelt nemcsak hogy semmi kísérleti bizonyíték nem támogatja, hanem ellenkezőleg az ismeretes kísérleti adatok e fölvetel jogosulatlan voltát bizonyítják.

4. *A Porret-féle izomtűnemény csak egy irányban terjed tovább. (Kühne.)*

Az ingerület úgy az idegben mint az izomban kiindulási helye felől mind a két irány felé tovább terjed a rostok hosszában. *Hermann*²⁾ hogy a főt említett jelenséget magyarázhassa, kénytelen fölvenni, hogy az erős villamám az izom ingerületvezető képességét egyirányúvá teszi; de fölvetelét semmi kísérleti bizonyíték még csak valószínűvé sem teszi.

A villamám megindításakor, valamint a villamám tartama alatt a *Porret-féle izomtűneménynyel* egyidejűleg mutatózó rángások, melyek az elektrodokon túl is az izomrostokon végig terjednek mind a két irányban, sem egyeztethetők össze a *Hermann* fölvetelével.

¹⁾ Loc. cit. 622. l. «... der Grund warum das Wogen niemals die Kathode überschreitet ... ganz offenbar in Leitungsunfähigkeit dieser Stelle liegt.»

²⁾ Loc. cit. 620. l. «Ausserdem aber sehen wir die merkwürdige Erscheinung der nur *einsinnigen* Leitung ... Augenblicklich lässt sich eine Erklärung noch nicht aufstellen.» — «... ein starker Längsstrom in den Mechanismus der Leitung entscheidend eingreifen, und die eine Richtung derselben unterdrücken kann.»

5. *Az áramlás csak a villámáram tartama alatt látható; a villámáram megszakítása pillanatában az is megszűnik. (Jendrássik.)*

Miután az ingerület kiváltására nemcsak a kathod ingere szolgál egyedül, hanem a villámáram megszakításakor az anod ingere is, — a mint tapasztaljuk, hogy az izomnak még extrapolaris szakaszai is a villámáram megszakításakor rángást tesznek, — várható volna, hogy a *Porret*-féle izomtűnemény, ha létrejövetelének oka ingerület, látható lesz a villámáram megszakításának hatása alatt is.

Igaz, hogy a jelenség csak rövid időre terjedőleg mutatkozik; de valamint meglátjuk a gyorsan lefolyó szakítási rángást, úgy nem kerülhetné ki figyelmünket a lassan tovaterjedő összehúzódás sem. Ilyen, a szakítási inger által kiváltott lassan tovaterjedő, összehúzódást *Hermann*-nak sem sikerült fölfedeznie. Említi ugyan,¹⁾ hogy néha ellenkező irányú hullámzást vélt látni a villámáram megszakításakor; azonban erre vonatkozólag figyelembe kell vennünk, hogy az elektrotonikus változatok az izomban nem szűnnek meg rögtön a villámáram megszakításakor, és ha az intrapolaris izomszakasz a *Hermann* fölvétele szerint az elektrotonusban úgy változott volna meg, hogy az ingerületet csak egy irányban, még pedig az anodtól a kathod felé terjeszti tovább: akkor a szakítási inger után várt lassan tovaterjedő összehúzódásnak is az előbbi irány szerint lehetne csak haladnia, nem megfordítva.

6. *Az áramlás sebessége az ingerület tovaterjedési sebességéhez képest fölötte csekély, és mégis az izom egyidejűleg rángást vagy tetonikus megrövidülést is végezhet, mialatt egyszersmind a Porret-féle izomtűneményt is mutatja. (Jendrássik.)*

A *Porret*-féle izomtűnemény lassan halad tovább, a rángás pedig csak úgy jöhet létre, ha az ingerület gyorsan halad végig az izmon. Az eddigi ismeretek szerint nem lehetséges, hogy egy izmon ugyanegy időben két ingerület különböző sebességgel haladjon tova.

7. *Az áramlási jelenség rendesen nem halad végig az egész intrapolaris izomszakasz hosszán, hanem annak csak egy részé-*

¹⁾ Loc. cit. 602. l.

ben látható; kezdődhet közelebb vagy távolabb az anodtól, és megszűnhet közelebb vagy távolabb a kathodtól. (*Jendrassik.*)

Az a tény, hogy az izom intrapolaris szakaszának egy bizonyos helyén megindult mozgás nem terjed az izomroston végig, hanem sokszor csak rövid távolságig, nem egyeztethető össze az ingerület és az összehúzódás természetével.

Kétféle egymástól különböző összehúzódási folyamatot ismerünk: az egyik az egész rost hosszán végig tovaterjedő, — ez a rángás, — a másik pedig helyben maradó, ilyen az idiomuskularis összehúzódás, és a *Jendrassik*¹⁾ által ismertetett belső izomrostáramlást követő megvastagodás; ez utóbbi helybeli megvastagodás ugyan lassan tovább terjedni látszik az izomrostban, de csak az által lesz terjedővé, hogy a savak, illetőleg a lúgok, behatolnak az izomállományba, és a milyen területen megváltoztatják az izom kémhatását, oly területen beáll az összehúzódás is. Különböztet azonban általános törvénynek bizonyult eddig, hogy az ingerület úgy az ideg mint az izom hosszában az elektrodoknál támad, és végig terjed az egész roston.

Hogy az izom nem veszítette el ingerületvezető képességét az intrapolaris szakaszban akkor sem, a mikor a *Porret*-féle izomtűnemény csak kis helyre korlátozódik, azt annak megjelenési módja bizonyítja, — a mely szerint az izom egyik helyén, a hol egy pillanatban a hullámváz épen fönnakadni látszott, a következő pillanatban már ismét hullámváz mutatkozik, — továbbá azt bizonyítják az extrapolaris izomszakaszokra időnként áttérjedő rángások. Ennélfogva az áramlás korlátolt kiterjedése is arra mutat, hogy az nem ingerület-okozta összehúzódás.

8. *A Porret-féle izomtűnemény egész izmokon, vagy nagyobb rostkötegeken látható csupán; kevés számú izomroston nem idézhető elő (Jendrassik), ellenben az ingerület létrejövetelére az izomrostköteg nagyságának nincs befolyása.*

9. *Melegvérű állatok izmai az állat leölése után csak néhány perczig mutatják a Porret-féle izomtűneményt; rángás és idiomuskularis összehúzódás ellenben még azután is sokáig kiváltható az izom ingerlése által. (Regéczy.)*

¹⁾ Du Bois Reymond's Archiv 1879. S. 313.

A Porret-féle izomtűnemény elmaradásának oka akkor nyilván az izomnedvek megalvadásában keresendő.

10. *A villamáram irányának hirtelen megfordításakor a már gyöngült vagy teljesen megszűnt izomtűnemény újra élénken látható, még pedig ellenkező irányban, mint előbb. (Kühne.)*

Hermann szerint, a midőn a villamáram hosszabb tartama alatt a Porret-féle izomtűnemény mindinkább gyöngül, és végre megszűnik, e jelenség oka az *elfáradásban* keresendő. Miképen egyeztethető össze ezzel az, hogy a villamáram hirtelen megfordításakor, az izom pihenése nélkül, a hullámozás ismét a kezdeti, sőt sokszor még fokozott élénkséggel mutatkozik ugyanabban az intrapolaris izomszakaszban, a mely előbb állítólag már teljesen kifáradt? — S ha ez áramirány mellett a hullámozás megint gyöngül, és végre teljesen megszűnik, ismételt áramfordítással a hullámozás újra előidézhető!

Azt talán már nem volna megengedhető mondani, hogy az izom elfáradása egyirányú, vagyis hogy az *izom csupán az egyik irányban fáradt el az ingerületet vezetni*, és a míg az egyik irány szerint való vezetés működik, addig a másik irány szerint való vezetés pihen?! A kísérletek még annak fölvetelére sem nyújtanak semmi alapot, hogy egy bizonyos irányú villamáram okozta elfáradás jeleinek megszűnése, — vagy a megszüntetett, illetőleg csökkentett ingerületvezető képesség javulása a fordított irányú villamáram hatása alatt bár csak a legcsekélyebb mértékben is megtörténhetnék.

11. *A Porret-féle izomtűnemény nem mutatkozik az izomnak haránt irány szerint való átáramoltatásakor. (Hermann.)*

E tapasztalatát Hermann úgy magyarázza, hogy az izmon a harántirány szerint áthaladó villamáram *hatástalan*. Állításánál ama kísérletekre hivatkozik, a melyeket az ő laboratóriumában *Albrecht, Meyer és Giuffré*¹⁾ hajtottak végre. E kísérletek azonban nem jogosítják föl Hermannnt a kimondott állításra, mert

¹⁾ Pfüger's Archiv XXI. 477. l. «... so ist definitiv nachgewiesen, dass die spezifische Erregbarkeit des Muskels gegen Querströme unvergleichlich geringer ist, als gegen Längsströme. . . . Im Mittel ergeben meine Versuche ein Verhältniss der Quererregbarkeit zur Längserregbarkeit von 1 : > 15; . . . »

478. l. «Es muss also dahin gestellt bleiben, ob der Muskel über-



ama kísérletek csak azt bizonyították, hogy az izomrostok irányát követő villamáram az izomra mintegy 15-szörte erősebben hat, mint a haránt irányban vezetett villamáram.

Haránt irányú átáramoltatásnál — akár csúcsosak az elektrodok, akár vonalszerűek — nem lehet olyan beállítást találni, az egész izmon szétterjedő áramszálak miatt, a melynél az ingerlékeny izom ingerületbe ne jutna; és minthogy az egész izom intrapolaris helyzetben van, erős villamáramnál az elektrotonikus ingerületvezető képességi csökkenésnek az izomrostok hosszában épen úgy föl kell lépnie, mint a hosszirány szerint való átáramoltatásnál.

Azt kellene tehát várnunk, ha a Porret-féle izomtűnemény ingerületi természetű lenne, hogy az ez esetben is föllép, sőt hogy az összehúzóadás az ingerület kiváltásának helyétől mind a két izomvég felé tovább fog terjedni.

A *Jendrassik* értelmezése szerint az izomtűnemény elmara-dása az izom haránt irányú átáramoltatásakor természetesnek látszik. Az áramlás útjai ugyanis az izomrostok hossza szerint vannak rendezve, és az azoknak irányára merőlegesen ható villamáram csak gyöngé fokú átszűrődést eredményezhet. Az izom ferde irányú átáramoltatásakor is azért gyöngébb a hatás, mert a villamáramnak csak az izom hossziránya szerint ható componense járul a folyadékáramlás előidézéséhez.

12. A *Porret-féle izomtűnemény élénksége arányban áll a villamáram erejével.* (Regéczy.)

Föltéve, hogy a Porret-féle izomtűnemény a *Hermann* fölfogása szerint oly módon jön létre, hogy az ingerület tovaterjedési sebessége az elektrotonikus változás miatt nagyon alacsony fokra süllyed, és így a tovahaladó hullám szemmel is követhetővé válik: azt kell várnunk, hogy a leggyöngébb villamáramnál, a mely mellett a *Porret-féle izomtűnemény* létrejön, az egyszersmind a leggyorsabb, a legélénkebb is. A villamáram erejének további fokozásakor az izomtűneménynek mindinkább lassubbá kellene válnia, és végre egy bizonyos áramerőnél, a mely az ingerületvezető képességet megszünteti, annak is meg kellene szűnnie.

haupt durch transversale Ströme erregbar ist; aber jedenfalls ist diese Erregbarkeit sehr viel kleiner als die longitudinale.»

Azonban épen ellenkezőleg a kísérlet azt mutatja, hogy a midőn a Porret-féle izomtűnemény egy bizonyos gyöngébb áram-erőnél már mutatkozik, az rendesen szintén gyöngé; a villam-áram erősítésekor az izomtűnemény is erősebbé, és egyszersmind gyorsabbá, élénkebbé válik; megszüntetni pedig rendkívül erős villamáramok által sem lehet, mindaddig, míg az áram ereje az izom állományában lényeges physikai változásokat létre nem hoz.

A midőn a Porret-féle izomtűnemény gyöngébb áram mellett hosszabb idő múlva már a villamáram irányának megváltoztatásakor sem látszik: erősebb villamáram által ismét létrehozható.

Hasonlóképen ha a Porret-féle izomtűnemény tartama alatt az izom feszülését annyira növeljük, hogy az izomtűnemény láthatatlanná válik: ugyan e feszülési fok mellett erősebb villam-áram azt ismét láthatóvá teszi; e szerint erősebb villamáram mellett az izomrostoknak erősebb kifizetésére van szükség az izomtűnemény megszüntetéséhez.

A midőn az izom elhalása előhalad, és az izomrostok mindinkább veszítenek hajlékonyságukból: akkor oly áramerő már nem okoz hullámzást, mint a minő az ép izomnál okoz, erősebb áram azonban igen. Minthogy az izom elhalása közben az ingerület tovaterjedési sebessége nyilván magától is csökken, a mutatózó tűnettel ellenkezőleg az volna várható, — ha a *Porret-féle* izomtűnemény létrejövetelét az ingerület tovaterjedési sebességének csökkenéséből származtatnánk, — hogy az elhalás előhaladásakor már gyöngébb villamáramok is elégségesek az izomtűnemény létrehozásához.

13. *A Porret-féle izomtűnemény még oly izmoknál is előidézhető, a melyeknek ingerlékenysége az elhalási folyamatnak egy bizonyos szakában annyira süllyedt, hogy a legerősebb bevezetett áramok sem képesek benne ingerületet kelteni; az állandó áram megindítása azonban még rángást vált ki. (Hermann.)*

A *Hermann* saját tapasztalatai szerint az izomnak már mérsékelt fokú lehűtése megszünteti a *Porret-féle* izomtűneményt; viszont tudjuk, hogy az izom a lehűtésekor, egész a megfagyásig bármely hőmérséknél ingerületbe hozható bevezetett villamáramok által: ez azt bizonyítja, — ha a *Porret-féle* izomtűneményt mint ingerületi jelenséget tekintjük, — hogy a *Porret-féle* izomtűnemény létrejöveteléhez nagyfokú izomingerlékenység szük-

séges, és az ingerlékenységnek oly csökkenése, a minőt a mérsékelt lehűtés okoz, már elégséges a Porret-féle izomtűnemény létrejövételének teljes meggátolásához.

És mégis másfelől azt tapasztaljuk, hogy a *Porret-féle* izomtűnemény az izom ingerlékenységének még oly nagy fokú csökkenésekor is előidézhető, a midőn az elhalás folyama alatt már a legerősebb bevezetett villamáramok sem váltanak ki ingerületet. Ebből a tapasztalatból megint azt a következtetést kellene levonnunk, ha a *Porret-féle* izomtűneménynek az izom ingerlékenységéhez való viszonyát keressük, hogy a *Porret-féle izomtűnemény megjelenéséhez az izomnak igen csekély fokú ingerlékenysége elégséges.*

E két kísérleti adat tehát egymás ellen szól, és együttesen azt bizonyítják, hogy a *Porret-féle izomtűnemény nincs okozati összefüggésben az izom ingerlékenységével.*

14. *A különböző hőmérséknél mutatkozó különböző ingerlékenységgel, a Porret-féle izomtűnemény élénksége nem áll arányban. (Regéczy.)*

A *Porret-féle* izomtűnemény 0° vagy abhoz közel álló hőmérséknél sem gyöngye sem erős áram által elő nem idézhető, bár az izom kétségkívül ingerlékeny, rángást tenni képes, sőt esetleg még fokozott ingerlékenységet mutat. Igaz, hogy a *Porret-féle* izomtűnemény — a mint *Hermann* megállapította — a hőmérsék emelkedésekor gyorsul, valamint ugyanakkor többnyire nő az ingerlékenység is; de a *Porret-féle* izomtűneményre való gyorsító hatás még oly hőfokoknál is nagy mértékben mutatkozik, a melyek az izom ingerlékenységére — az egyidejűleg följegyzett rángások jelentékeny megkisebbedéséből vagy teljes elmaradásából következtetve — kártékonyan hatnak. *Hermann* maga is a 35°C . fokra fölmelegített izomnál látta a *Porret-féle* izomtűnemény nagy fokú gyorsulását és erősödését, pedig e hőfoknál — kivált e hőfok hosszabb behatása alatt — az izom ingerlékenysége már igen észrevehetőleg csökken.

15. *A Porret-féle izomtűneménynyel nem jár együtt szükségképen az izom megrövidülése, hanem a nélkül is látható. (Jendrássik.)*

Ellenben minden valóságos összehuzódásnál az izomrostok megvastagodásával egyidejűleg egyszersmind azok megrövidülését

is tapasztalhatni. Megrövidülés nélkül összehúzódásról szó sem lehet.

16. *A Porret-féle izomtűnemény oly izmokban is mutatkozik, a melyek már semmi életjelenséget sem tüntetnek elő; ha egyébiránt ez izmok physikai sajátságai az ép izoméitől még nem nagyon különböznek. (Regéczy.)*

Különböző módon, pl. 38—39 C. fokra való fölmelegítés, villámcsapás, szénsavmérgezés stb. által úgy meg lehet ölni az izmokat, hogy a hullamerevség beállta előtt egy bizonyos ideig az izom már egyáltalában nem ingerlékeny, de a mellett puha, alkalikus kémhatású és sokszor teljesen átlátszó is. A Porret-féle izomtűnemény az ilyen izmokban is látható.

B) A Porret-féle izomtűneménynek a villamáram kataphorikus hatásából való leszármazása ellen Hermann által fölhozott tapasztalatok bírálata.

1. *A Porret-féle izomtűnemény a harántcsikolt izmok kizárólagos sajátsága.*

A valóság e mondatainak nincs kellően kifejezve; megpótolandó még azzal, hogy: *de a harántcsikolt izomban is csak megfelelő körülmények között látható.*

E tény nem szolgálhat bizonyíték gyanánt a villamáram kataphorikus hatásának okozó befolyása ellen, mert természetes, hogy a physikai jelenségek minősége általában a testek szerint változik; a Porret-féle izomtűnemény létrejöveteléhez épen az izom szerkezete, szövetnedveinek folyékonyága és rostjainak könnyű hajlékonyága szükséges. És így nem is várható, hogy a *Porret-féle izomtűnemény hullamerev vagy főtt izomban* mutatkozzék.

Inkább bizonyít a fentebbi tény a *Porret-féle izomtűnemény* ingerületi természete ellen; mert — mint a megelőző fejezetben láttuk — sok olyan állapota van az izomnak, a melyben a *Porret-féle izomtűnemény* elő nem idézhető, bár az izom ugyanakkor ingerületbe hozható és összehúzódni képes.

2. *Hosszabb szünet után a villamáram újra megindításakor a Porret-féle izomtűnemény élénkebben mutatkozik, vagy ha már előbb megszűnt, újra megjelen.*

Hermann e tényt az izom elfáradásából és megpihenéséből magyarázza. Azonban az összes jelenségekkel összhangzóbb megfejtés az, hogy a villamáram által a kathód felé hordott nedvek a villamáram megszüntetése után a túltelt szövetközi ürök falazatának nyomása alatt az előbb kiürült nedvesatorna-szakaszokba visszafolynak.

3. *Az elektrotransfusio láthatatlan és fölötte lassú folyamat; hullámszerűen tovahaladó mozgást nem idézhet elő.*

Ez ellenvetésnek semmi súlyt nem tulajdoníthatunk, a midőn látjuk, hogy a Porret-féle izomtűnemény kifejlődését *Jendrassik* épen a villamáram kataphorikus hatásának alapján értelmezi; még pedig úgy, hogy annak lehetősége nemcsak nyilvánvaló, hanem a Porret-féle izomtűneménynek minden jelensége is megfejtést talál.

4. *A hőmérsék emelkedése élénkíti, süllyedése pedig lassítja sőt megszünteti a Porret-féle izomtűneményt.*

E tény úgy értelmezhető, hogy magasabb hőmérséknél higabbak, folyékonyabbak az izomnedvek, és hajlékonyabbak az izomrostok, mint alacsonyabb hőmérséknél.

5. *Nagyon erős villamáram nem okoz hullámozást, sőt képtelenné teszi az átáramolt szakaszt a későbbi hullámozásra gyöngébb áram átvezetésekor is.*

Kísérleteim ez állítást nem bizonyítják valónak; a *Porret*-féle izomtűnemény nagyon erős villamáramok segítségével is előidézhető, sőt az áram erejével arányosan fokozott élelkségben; de annál rövidebb ideig látható, minél erősebb volt az alkalmazott villamáram, az izomrostok állományának és az izom nedveinek megalvadása, illetőleg gyorsabb elhordása miatt.

*Hermann*¹ abból a tapasztalatból vonta le föntebbi következtetését, hogy a mikor a villamáram az egész izmon végighaladva szép hullámozást idéz elő, az izomnak egy rövid *kis része* ugyancsak az elektrodok közé foglalva *rendesen* nem mutat hullámozást.

Itt azonban két körülményt kell egymástól jól megkülönböztetnünk: az intrapolaris izomszakasz rövidítésekor igaz, hogy nő az áramerő, de ugyanakkor egyszersmind rövidül a folyadék-

¹) Loc. cit. 602. l.

áramlási út; minél rövidebb pedig az elektrodok közé foglalt izomrészlet, annál kisebb a valószínűség, hogy azon a Porret-féle izomtűnemény mutatkozni fog, részint az áramlási utak rövid volta, részint az egész rövid intrapolaris szakaszra kiterjedő idiomuskularis összehúzódás, és végre a túlerős áram okozta gyors megalvadás miatt.

Az igen erős villamáram tényleg megszüntetheti a Porret-féle izomtűneményt, de nem rögtön, és az egész intrapolaris izomszakaszban csak akkor, *ha az nagyon rövid*. Az ilyen átáramolt izomrészlet tejszerűen elszínesedett, átlátszatlan, keményebb és merevebb, mint az izom többi része, és nyilván az izomtűneményt nem azért nem mutatja, mert ingerlékenysége elveszett, hanem mert állományának megszilárdulása folytán elvesztette az áramlásra való physikai képességét.

6. *A mikor a hullámozás sebessége már csökken, mikroskop alatt tisztán látható az izomrostokon a megvastagodás átvonulása.*

A Porret-féle izomtűneménynyel egyidejűleg rángások és így megvastagodások is lehetségesek, a melyeket Hermann egyáltalában nem vesz figyelembe, illetőleg a Porret-féle izomtűneménytől meg nem különböztet; pedig nem ebben keresendő az izomtűnemény lényege, hanem a rostvastagodással együtt nem járó ama helyváltozatokban, a melyek szabad szemmel jól látszanak, de a mikroskop alatt jól meg nem figyelhetők, a látszólagos nagy gyorsaság miatt.

7. *A midőn a villamáram tartama alatt a Porret-féle izomtűnemény már elmúlt, az ismét előidézhető az intrapolaris izomszakasznak kis helyre korlátozott ingerlése által.*

Ez állítás igaz voltáról nekem meggyőződnöm nem sikerült; ellenben láttam azt, hogy ily ingerekre az intrapolaris izomszakasz rángásszerű összehúzódást tett, és e rángásban — ha az ingerlés az intrapolaris izomszakasz közepén történt — az izomnak úgy az anod, mint a kathod felé eső szakasza résztvett; vagyis az izomban keltett ingerület mind a két irány felé gyorsan tovább terjedt. De ha a Hermann leírása szerint mechanikai ingerlés után a Porret-féle izomtűnemény erősödést mutatna is, vagy oly helyen, a hol már előbb megszünt, ismét létre jönne is: ez által még nincs bebizonyítva az, hogy e jelenség a mechanikai ingerlésnek tulajdonítandó. Az izom egyik-másik szakaszában

megszűnik a *Porret*-féle tűnemény a villamáram tartama alatt is, a *Jendrassik* értelmezése szerint, ha a nedvútak eltömülnek; nyomás vagy lökés ez utakat mechanikai úton ismét megnyithatja és a nedváramlásra alkalmassá teheti; sőt megindulhat, illetőleg élénkülhet a *Porret*-féle izomtűnemény a villamáram folytonos és egyenletes tartama alatt magától is egyik vagy másik olyan helyen, a hol egy előbbi pillanatban semmi hullámozás sem mutatkozott, illetőleg a hol ez csak gyöngén volt látható.

Csekély mozgást a rostokban maga a lökés-okozta meg-rázkódás is létesíthet, a mint azt *Hermann* is említi.

* * *

Tekintetbe véve ama sok tapasztalatot, a melyek a *Porret*-féle izomtűnemény ingerületi természete ellen szólnak; valamint azt, hogy az izom saját szerkezete mellett a villamáram kataphorikus hatása kellően megmagyarázza az összes jelenségeket; végre tekintetbe véve azt, hogy a *Hermann* által fölhozott kísérleti tapasztalatoknak a *Jendrassik* által nyilvánított fölfogás ellenében czáfoló értelmök nincs: *meg kell maradnunk a Jendrassik értelmezése mellett, és a villamáram kataphorikus hatását kell a Porret-féle izomtűnemény okául tekintenünk.*

C) Függelék.

A *Porret*-féle izomtűnemény értelmezhetése végett *Hermann* több olyan állítást nyilvánított, a melyek az eddig ismert kísérleti adatokban semmi támasztékot nem találnak, sőt ezekkel ellentétben is állanak. Ezek között a legföltűnőbbek egyike a *másodlagos elektrodok képződésére* vonatkozó állítás. (I.)

Viszont némely tekintetekben nyilvánvalóvá vált az ismert kísérleti adatok elégtelen volta is; a miért szükségesnek láttam némely kérdést illetőleg új kísérleteket végezni, hogy a hiányokat — legalább a mennyire a *Porret*-féle izomtűnemény megvilágítása céljából szükséges — némileg pótoljam.

Egyik ilyen kérdés, hogy *mi módon és milyen fokban változik meg a villamáram útjában álló intrapolaris izomszakasz ingerületvezető képessége, oly áramerők hatása alatt, a melyek a Porret-féle izomtűnemény előidézésére alkalmasak.* (II.) E kér-

désre vonatkozólag csak a *Bezold* kísérletei szolgáltatottak némi adatokat, a melyekből kitűnik, hogy az intrapolaris izomszakasz ingerületvezető képessége *egészben véve* annál kisebb lesz, minél erősebb a rajta áthaladó villamáram. E kísérletekből azonban nem tűnik ki az, hogy az ingerületvezető képesség csökkenése az egész intrapolaris izomszakaszra kiterjed-e, avagy csak a villamsarkok tájára? Sőt az is lehetséges, — a mit az *Engelmann* kísérletei látszanak bizonyítani, — hogy csak az anelektrotonusban van csökkenés, ellenben a katelektrotonusban növekszik az ingerületvezető képesség.

Egy másik lényeges kérdés, — a melyet *Hermann* csak nagyon hézagosan vizsgált, és a melyekre vonatkozólag egymásnak ellentmondó adatokat is szolgáltat, — hogy *milyen viszonyban áll a Porret-féle izomtűnemény élénksége az izom ingerlékenységével?* (III.) Nyilvánvaló, hogy bizonyos arányosságnak kellene fönnállania, ha a *Porret-féle izomtűnemény* az ingerületen alapuló jelenség lenne.

Végre az előbbi kérdéssel kapcsolatban vizsgálandó volt, hogy *az izom ingerlékenysége egyáltalában lényeges kellék-e a Porret-féle izomtűnemény létrejövetelénél?* (IV.)

I. A másodlagos elektrodok kérdése.

Hermann-nak a *Porret-féle izomtűnemény* értelmezése céljából nyilvánított véleménye azon a minden kísérleti alapot nélkülöző fölvételen nyugszik, hogy az erős villamáram hatása alatt az egész intrapolaris izomszakasz hosszában ingerületek indulnak ki a másodlagos elektrodoktól.

Ugyane véleményyt, de csupán mint lehetőséget előbb fömlítette *Hering*.¹⁾

A mint már egy előbbi helyen mondtam, e fölfogás ellenkezik a *Bezold* kísérleti tapasztalataival, a melyekből kitűnt, hogy az ingerület az izomban is úgy, mint az idegben, csak a villamsarkaktól indul meg. Az eddigi kísérletek semmi tárgyilagos alapot nem nyújtanak arra, hogy az intrapolaris izomszakasz hosszában a rostok folytonosságának megszakadása nélkül másodlagos elek-

¹⁾ Wiener akad. Sitzungsber. 1879. Bd. 79. S. 254.

trodok képződését, és ezektől ingerületek kiindulását föltételezhetnénk.

Az olyan kísérletnél, a minőt *Brücke*¹⁾ tett, — hogy a villamáramot oly két izom hosszában vezette végig, a mely két izmot egymással egy közbeeső csontdarab kötött össze, — tényleg vannak másodlagos elektrodok az intrapolaris részben; minthogy a villamáram valóban kilép az egyik izomból, és a csonton át belép a másik izomba.

Aeby-nek ama kísérleti eredményét, — a mely szerinte azt bizonyítaná, hogy az állandó villamáram az izmot az egész intrapolaris szakasz hosszában ingerli, — kellőleg méltattam és értelmeztem egy másik értekezésemben,²⁾ s kimutattam, hogy az *Aeby* kísérlete nem szolgálhat bizonyítékul az állandó villamáram polaris ingerlő hatása ellen.

Biedermann is említi ugyan, hogy akkor, a midőn az izmot az intrapolaris szakasz hosszában egy helyen erősen összenyomjuk, az összenyomás helyén hatékony másodlagos elektrodok képződhetnek; de ehhez szerinte az izomnak oly erős összenyomása szükséges, hogy a leszorítás helyén létrejött bemélyedés mellett két oldalt a kiszorított izomállomány elődudorodjék; nyilván ilyenkor megszakad — a leszorítás-okozta zúzódás miatt — legalább a fölületes izomrostok folytonossága. Kisebb összenyomásnál a leszorítás helyétől nem indul ki ingerület, és a villamáram megindításakor és megszakításakor a legerősebb vilamáramoknál is mindig az a megfelelő izomfél húzódik össze előbb, a melyik az anoddal, illetőleg a kathoddal közvetlenül érintkezik.

Ugyane tapasztalatokat nekem is volt alkalmam tenni amaz előadási kísérleteknél, a melyeket a Jendrassik tanár úr kísérleti eljárása szerint végeztem. Ennél a középben leszorított izom két vége át volt szúrva az ingerlő állandó villamáram elektrodjaival és az izom két fele összehúzódásakor egy-egy villamáramszakítót hozott mozgásba, melyek egy *Wheatstone*-féle hídberendezés megfelelő szakaszaiban úgy voltak elhelyezve, hogy a galvanometer tű kihajlásának irányából meg volt állapítható, hogy a

¹⁾ Wiener akad. Sitzungsber. 70. Bd. III. Abth. 1875. S. 145.

²⁾ Az izomáram nemleges változata stb.

két izomfél összehúzódása közt volt-e időkülönbség, és ha volt, melyik izomfél húzódott össze előbb.

Hermann állítása csak úgy nyerhetett volna némi valószínűséget, ha előbb kísérleti adatok alapján bebizonyított volna a másodlagos elektrodok létezése a sérületlen és egy folytonosságban lefutó izomrostok hosszában; és az, hogy erős állandó villam-áramnál tényleg nem csupán a főelektrodoktól indul ki ingerület, hanem az intrapolaris izomszakasznak minden pontjától.

Magát a *Porret*-féle izomtűneményt nem lehet az intrapolaris ingerlés bizonyítékául tekinteni. *Hermann* szerint a *Porret*-féle izomtűnemény ingerületi állapotból származó összehúzódás ugyan, de e véleményénél *Hermann* arra a fölvételre támaszkodik, hogy: *az intrapolaris izomszakasz hosszában másodlagos elektrodok, és ezek helyén ingerületek támadnak, tehát kell lennie összehúzódásnak is*; a fölvételből levont következtetésnek alapúl vétele, és e mondatnak oly megfordítása, hogy: *összehúzódás van, tehát kell ingerületnek, valamint másodlagos elektrodoknak is az intrapolaris izomszakasz hosszában* — jogosnak el nem ismerhető, és bizonyíték gyanánt el nem fogadható.

Egy ép izomkötegben, a melyet két tüeelektroddal átszúrunk, vagy a mely izom két inas véggel van ellátva, vagy a két vége felől egy-egy csontba folytatódik, a melyeket elektrodokúl fölhasználnak: a villamáramszálak nyilván nem úgy fognak megoszolni, mint egy egynemű állományú folytonos testen; hanem valószínűleg úgy, hogy az áramszálak az izomrostok irányát követik, olyféle módon mint valamely kabelvezetőn. Ugyanis a villam-áram az anodnál belép az izomba; ha az anod minden izomrostot érint, külön minden izomrostba, és kilép a kathodnál; de ha az elektrod közvetlenül nem minden izomrostot érint is, minden izomrostra nézve anod, illetőleg kathod lesz a fölhelyezett elektrodokhoz legközelebb álló kötőszövet, illetőleg sarcolamma részlet; de ez csupán egyszerű elektrodképen szerepel, minthogy a villam-áram az egyik rostból valószínűleg nem lép ki, hogy egy másikra átterjeszkedjék. A villam-áram ily föloszlására az a tapasztalat enged következtetni, hogy a vezetési akadály nagyobb az izom harántirányú átáramoltatásánál; valamint hogy a belső polarisatio az izom haránt irány szerint való átáramoltatásakor sokkal nagyobb, mint a hosszirány szerint való átáramoltatáskor.

Igy az izomrost hosszanti átáramoltatásakor az intrapolaris szakasz hosszában valószínűleg nincsenek másodlagos elektrodok, hanem csak egy anod minden izomrostra nézve az egyik és egy kathod a másik izomvégen.

Még bonyolódottabbá válnék a másodlagos elektrodok létrejövetelének kérdése *Hermann*-nak amaz állítása által, hogy a másodlagos elektrodok képződését meg lehet akadályozni az izom erősebb megfeszítése vagy meglazítása által is.

Az izom kinyújtásakor a rostok kiegyenesedése és a hullámos lefutás megszüntetése nem lehet elégséges a másodlagos elektrodok képződésének kizárására, — ha ilyenek fölvételezen egyáltalában képződhetnének ott, a hol a villamáram egy rostból ki, és egy másikba belép — mert a villamáramszálak ilyenkor is — *Hermann*-nak ¹⁾ egy másik mondása szerint — csak abban az esetben követhetnék szorosan az izomrostok irányát, a midőn minden izomrost közvetlenül érintkezik mind a két elektroddal.

Az izom ellazításakor, vagy ránczosodással járó összehúzódásakor pedig *Hermann* ²⁾ szerint azért maradna el a másodlagos elektrodok képződése, mert ilyenkor az izom intrapolaris szakasza hosszában ama helyek, a hol a másodlagos elektrodok képződhetnének, az izomrostok két oldalán egymással szemközt fekszenek, így egymásnak physiologiai hatását megsemmisítik.

E fölvétel, a mely szerint az ellazult, vagy az összehúzódás miatt ránczosodott izom egész intrapolaris szakasza területén minden izomrostban a *Hermann* képzelete szerint szétoszlott minden villamáramszál minden hajlásnál *a rost irányával teljesen kereszteződő irányban haladjon át*: oly annyira valótlanszintű, sőt elképzelhetetlen, hogy azt részletesebben fejtegetni teljesen fölösleges lenne. Bármely irányú legyen is valamely villamáramszál, — föltéve *Hermann*-nal, hogy az nem követi a vezetőképesség által megszabott utat a rost hosszában, hanem ki és belép rostból rostba minden hajlásnál, — mindenesetre számtalan oly helyet fog az intrapolaris szakasz hosszában találni, a hol az izomrostokon nem a merőleges irány szerint halad át; a hol tehát a képződött másodlagos elektrodok nem szemközt esnek egymással az izom-

¹⁾ Loc. cit. S. 620.

²⁾ Loc. cit. S. 621.

rost két oldalán, s e szerint a kathod az ingerület keltésére *Hermann* szerint is alkalmas helyzetben van.

De maga az a mondás is, hogy haránt irányú átáramoltatás-kor az izomrostok két oldalán az anodok és a kathodok egymással szemközt esnek, és e miatt egymás physiologiai hatását megsemmisítik, érthetetlen. Ha az anod és a kathod *egy pontban* esnek össze, akkor egymást megsemmisítik ugyan, de ha az izomrost két oldalán állanak, akár szemközt egymással, akár ferdén vagy az izomrost hosszában, akkor az anod és a kathod két külön pont; tekintetbe véve a villamáram *polaris ingerlő* hatását, az ingerület kiváltására közömbös lehet az áram iránya az izomrostban, minthogy a vezető út hosszában úgy sem keletkezik ingerület. Csak abban az esetben, ha az ingerület kiváltása elektrodynamikai úton történik, lehet a villamáram irányának befolyása az ingerület létrejövetelére avagy kimaradására; ha az ingerületet a villamáram mechanikai vagy vegyi hatása idézi elő, akkor az áram iránya közömbös, és csak az szükséges, hogy legyen áram, a mely a kiváltó hatást létrehozza.

E kérdés azonban beható kísérleti tanulmányok nélkül nem dönthető el, és jelenlegi ismereteink mellett annak elemzésébe alig lehet bocsátkozni.

II. A Porret-féle izomtűneményt mutató izom ingerületvezető képességéről.

Ama jelenséget, hogy a Porret-féle izomtűnemény mindig a tevőleges villamsarktól a nemleges felé halad, és az intrapolaris izomrészletre szorítkozik, *Hermann* — az izomtűneményt ingerületi jelenségnek tekintve — úgy értelmezte, hogy az *oly erejű villamáramok, a melyeknél a Porret-féle izomtűnemény mutatkozik, az izom ingerületvezető képességét egyirányúvá, és egyszersmind csökkenése folytán rángás vagy tetanus létrehozására alkalmatlanná teszik.*

Az izom hosszában tovaterjedő ingerületről azonban tudjuk azt, hogy az — ha egy elektrodpartól indul ki, a melyet az izom végén, vagy az izom hosszában akárhol alkalmazunk — *rendesen az egész izom összehúzódását vonja maga után*; csak egy eset van, t. i. a mikor erős, állandó villamáramot alkalmazunk, hogy

a kathodnál kiváltott indítási ingerület nem idéz elő összehúzó-
dást az anod oldalán eső extrapolaris izomszakaszban a *Pflüger*-
féle rángási törvény értelme szerint. Az az extrapolaris izomsza-
kasz azonban, a melyik a kathod izomszomszédságában van, az
összehúzóadásban mindig résztvesz; a mi azt bizonyítja, hogy az
*ingerületvezető képesség a kathodnál nem szűnik meg, bármilyen
erős villamáram hatása alatt sem, hanem legfőlebb csak cseké-*
lyebb lesz.

Hermann mindazáltal azt is föltételezi, hogy az olyan erejű
villamáram, mely a *Porret*-féle izomtűneményt előidézi, a katho-
dnál megszünteti az ingerületvezető képességet; az intrapolaris
izomszakaszban megindult ingerület ezért nem terjed tovább az
extrapolaris szakaszra a kathodon túl.

Vajjon jogosnak tekinthető-e *Hermann*-nak e véleménye, és
vajjon elfogadható-e e kimondás minden kísérleti adat támoga-
tása nélkül?

A *Hermann*¹⁾ által szerkesztett tankönyvben e kérdést ille-
tőleg a következőket olvashatjuk: «Ferner fand v. *Bezold*, dass
sowohl An- als Catelectrotonus (intrapolar) die Leitungsgeschwin-
digkeit der Muskeleirregung herabsetzen, und bei starken Strömen
ganz aufheben, eine Veränderung die nach der Öffnung allmählich
vergeht». Weiter S. 92: «*Engelmann* fand aber das Leitungsver-
mögen im Catelectrotonus sowohl was Geschwindigkeit als was
Energie betrifft, nicht vermindert, sondern erhöht».

Tudnivaló továbbá a *Bezold*²⁾ kísérleteiből, hogy az izom
extrapolaris szakaszának az ingerületvezető képességében nincs
változás, elkezdve a legelső rétegtől, a mely az elektrodok mel-
lett van.

A *Porret*-féle izomtűneményt ingerületi jelenségnek gondolva,
e szerint inkább úgy lehetne értelmezni a jelenség hiányát a ka-
thodon túl eső extrapolaris izomszakaszban, hogy miután a
Porret-féle izomtűnemény csak az ingerületvezető képesség meg-
változásakor jelentkezhetnék, az *extrapolaris izomszakaszban nem
mutatkozikhatik*, minthogy ott ingerületvezetési változás nincs; de
viszont azt kellene várnunk, hogy az intrapolaris szakaszban

¹⁾ Handb. d. Physiologie. — Allgemeine Muskelphysik. S. 91.

²⁾ Untersuch. über d. elektr. Erregung etc. S. 171.

folyton keletkező, és a sarkakon túl terjedő ingerületek miatt az extrapolaris izomszakasz állandó tetanusban legyen. Ez azonban nem tapasztalható.

A *Hermann* fölvétele ellenében tapasztalati tényekre lehet hivatkozni.

*Jendrassik*¹⁾ leírta, hogy a *Porret*-féle izomtűnemény mellett összehúzódást is lehet látni, úgy a villamáram megindításakor, valamint az áram tartama alatt is; ez összehúzódások rángás-szerűek, és az extrapolaris izomszakaszra is áttérjednek.

Egy másik jelenség, a melyet *Hermann* is tapasztalhatott, az, hogy ha az izom intrapolaris szakaszán a *Porret*-féle izomtűnemény tartama alatt egy ingert, pl. bevezetett villamáramot alkalmazunk, *rángás áll be az extrapolaris izomszakaszban is*.

Az ingerületnek az extrapolaris izomszakaszra való áttérjedése azt bizonyítja, hogy az izom ingerületvezető képessége nem szűnik meg az alkalmazott áram hatása alatt; s minthogy e jelenség még kellően tanulmányozva nincs, vizsgálataimat első sorban ez áttérjedő rángások megfigyelésére kellett irányítanom, tekintettel amaz állítólagos *rendetlen* ingerületvezetémódra, a mely szerint az ingerület tovaterjedése csak *egyirányú* lenne.

*Bezold*²⁾ vizsgálatai az izom ingerületvezető képességének megváltozása felől elektrotonusban e fölvételre nem jogosítanak föl. E vizsgálatok szerint az izom átáramlott szakaszában az ingerületvezető képesség annál inkább csökken, minél erősebb és minél hosszabb tartamú a villamáram; a villamáram irányára vonatkozólag azonban a leggyöngébb áramoktól kezdve, ama határig, a melynél az ingerületvezető képesség megszűnt, semmi különbség sem látszott. Egyirányú vezetés esetében a kísérlet eredményének különbözőnek kell lennie az elektrotonizáló áram iránya szerint.

Mai ismereteink alapján természetesebbnek látszik előttem e következtetés: a *Porret*-féle izomtűnemény egyirányú, tehát nem ingerületi jelenség, mint ama másik, a *Hermann*-é,³⁾ hogy u. i.

¹⁾ Loc. cit. 302. l.

²⁾ Loc. cit. S. 156—173.

³⁾ Loc. cit. S. 620. «Vielleicht wird gerade diese Erscheinung (einsinnige Leitung) eines Tages für unser Verständniss des physiologischen

a Porret-féle izomtűnemény összehúzódási jelenség (?), tehát az ingerület tovaterjedése az átáramolt izomban egyirányú!

A Porret-féle izomtűnemény látszólagos maximalis gyorsaságát *Hermann* 4—5 mm.-nek találta másodpercenként, és föltételezi, hogy az izom ingerületvezető képessége a villamáram hatása miatt csökkent volna ily alacsony értékre. Az előbb említett rángások azonban a *Porret*-féle izomtűneménnyel egyidejűleg folynak le, és ha e tényssel összevetjük *Hermann*-nak egy mondását,¹⁾ mely szerint «az ingerület tovaterjedési sebességével az összehúzódási folyamat végbemenetelének gyorsasága szoros összefüggésben áll», akkor nyilvánvalóvá válik, hogy a *Porret*-féle izomtűnemény nem lehet ingerületi jelenség; avagy vajjon képzelhető lenne-e, hogy ugyanegy izomszakaszon, ellenkező, vagy akár egyenlő irányban és egy időben két ingerület egymástól függetlenül különböző gyorsasággal haladjon végig?!

E körülmény már régen feltűnt *Biedermann*-nak²⁾ is, a ki ez alapon az összehúzódást keltő ingerületet, és a *Porret*-féle izomtűneményt különböző és egymástól független folyamatoknak nyilvánította.

Hermann a gyorsan lefolyó rángásokról egész értekezésében említést sem tesz, pedig azokra a *Jendrassik*³⁾ értekezésében

Leitungsvorganges bedeutungsvoll sein. Augenblicklich lässt sich eine Erklärung noch nicht aufstellen.

Allg. Muskelphysik. S. 257. «Die erste Erregung durch den Reiz selbst aber kann man sich durch einen Anstoss auf die schon oben als gleichsam explosiv bezeichnete wirksame Substanz des erregbaren Protoplasma bedingt denken ähnlich wie Dynamit der Spaltungsprocess sogleich sich in der Nachbarschaft ausbreitet.»

¹⁾ *Hermann's* Handb. der Physiol. — Allgemeine Muskelphysik. S. 58. «Die Geschwindigkeit mit der sich die Erregung fortpflanzt, die Vollkommenheit mit der dies geschieht, und die Geschwindigkeit mit welcher der Verkürzungsvorgang an jeder Stelle sich abspielt, stehen unter einander in innigem Zusammenhang.»

²⁾ Wiener akad. Sitzungsber. 1879. Bd. 79. S. 311. «Nichtsdestoweniger verläuft die Schliessungscontractionswelle in entgegengesetzter Richtung, und zwar mit derselben Geschwindigkeit, wie in einem Muskel der während der Dauer der Durchströmung keine Spur von innerer Bewegung zeigt. Es scheint daraus hervorzugehen, dass beide Vorgänge selbstständig und unabhängig von einander verlaufen.»

³⁾ Loc. cit. 306. l. «. . . so müssten sich die Contractionswellen doch

egy külön pontban kiemelve történik hivatkozás, és épen e rángások képezték az egyik okot, a miért magát a *Porret*-féle izomtűneményt is összehúzódnak tekinteni nem lehetett. Egy kísérleti adatból mindazáltal kitűnik, hogy *Hermann* ¹⁾ nemcsak a rángásnak, hanem még a tetanusnak fennállását, illetőleg létrejövetelét, is látta a *Porret*-féle izomtűnemenynyel egyidejűleg, bár a tetanus nem egyéb, mint az izomban egymást igen rövid időközökben követő és *gyorsan végighaladó* ingerületek-okozta rángáshalmozódás.

Kísérleteimet egyrészt a *Porret*-féle izomtűnemenynyel egyidejűleg föllépő rángások megjelenésének tanulmányozása céljából végeztem; másrészt pedig méréseket tettem az ingerület tovaterjedési sebességének megváltozása felől egy oly mód szerint, a mely a *Bezold* kísérletei mellett még fölvilágosítást ígért bizonyos ténykörülmények felől, nevezetesen a két elektrotonikus izomszakasz vezetési képességének esetleges különböző voltáról.

A rángásokat nem csupán szemmel figyeltem meg, hanem föl is jegyeztettem; a mint az a leírásnál mindenütt föl van tüntetve.

a) Az izomtűnemenynyel egyidejűleg kiváltható rángások.

1. Indítási és fordítási rángás. Az izomrángások pontosabb megfigyelése végett a rángások följegyzéséhez fordultam, és előbb az intrapolaris izomrészen előidézhető rángások megjelenési módját vizsgáltam.

Egy sartorius izom egyik végét egy elektrodképen is szolgáló rögzített horogba akasztottam, a másik végével pedig egy gyöngre

stets auch auf den extrapolaren Abschnitt ebenso überpflanzen, wie dies thatsächlich sowohl die Schliessungs- als die Oeffnungszuckung und ebenso die Partialzuckungen selbst über die eingeklemmte Stelle hinweg thun,»

¹⁾ Loc. cit. 616. l. «Ist der Muskel auf Kork festgesteckt, bei mässiger Spannung, und wagt er durch einen constanten Strom ohne starke Dauercontraction, so hört das Wogen durch die inductive Reizung auf, sobald diese hinreichende Verkürzung, also hier Spannung des Muskels hervorbringt.»

ellenrúgóval fölszerelt *Marey*-féle dob emeltyűjét kapcsoltam össze; ugyanitt alkalmaztam a másik elektrodot; a rángásokat egy polygraph írta föl egy lassan forgó hengerre.

A villamáram megindításakor föllépett rángás után a *Porret*-féle izomtűnemény élénken látható volt. Hogy a *Porret*-féle izomtűnemény tartama alatt az izom ingerületvezető képessége sokat nem szenvedett, arról ezután a villamáram hirtelen megfordítása által előidézett rángásokból győződtem meg.

Ha a *Hermann* fölvétele szerint az ingerület az izomban csak az anodtól a kathod felé terjedhetne, akkor a villamáram hirtelen megfordításakor nem volna szabad rángásnak beállania, minthogy a rángást keltő ingerület a kathodnál keletkezik. Az áram megfordításakor két ok hoz létre ingerületet az új kathodnál, — mely oda jutott, a hol előbb az anod volt — : az előbbi áramnak megszűnése és az újnak megindulása; a villamáram megfordításakor a *Porret*-féle izomtűnemény rögtön megfordul, de egyidejűleg erős rángás is áll be; a rángást kiváltó ingerület az izomban szükségképen ellenkező irány szerint halad végig, mint a *Porret*-féle izomtűnemény, mert a kathodtól indul ki.

A rángás minden áramfordításnál ismétlődik.

2. Áramerő-fokozás-okozta rángások. A villamáram megindítása után az áram erejét hirtelen növeltem egy vagy két új accumulator beiktatása által. E beiktatás egy elhárító szögnek hirtelen eltávolítása által történt. Rángás jelentkezett.

A *Hermann* fölvétele értelmében az áram erősítése nem idézhetne elő rángást az izomban, mert az ingerület az áram erősítésekor, — úgy, mint megindításakor — a kathodtól indul ki és — egyirányú vezetés mellett — onnan nem terjedhetne tovább. A rángás azonban minden áramerő-fokozáskor látható.

Azt sem lehet gondolni, hogy a rángást keltő ingerület nem a főkathodnál, hanem — esetleg — másodlagos kathodoktól kiindulva a *Porret*-féle izomtűneménynyel egy irányban a kathod felé terjedne tovább, és úgy hozná létre a rángást; mert az izom egy helyéről egyenlő irány felé egy időben különböző sebességgel haladó kettős hullám képződésének lehetősége, a mai ismeretek alapján meg nem engedhető. Különben *Biedermann* ¹⁾

¹⁾ Loc. cit. 310. l.

kimutatta, hogy az indítási ingerület erős villamáramoknál is a főkathodtól indul ki.

3. Bevezetett villamárammal kiváltott rángások. Hasonló berendezésnél, — a midőn ugyanis az állandó villamáram elektrodjai az izom két végén voltak elhelyezve, — még egy másik pár elektrodot is alkalmaztam az intrapolar izomszakasz közepére, az izom két oldala felől, az izom összenyomása nélkül, a végből, hogy ezek útján — vezetett villamárammal — ingerelni lehessen az intrapolaris izomszakaszt a *Porret*-féle izomtűnemény tartama alatt.

Minden ingerlés erős rángást, sokszoros ingerlés pedig tetanikus összehúzódást váltott ki. E tapasztalat nyilvánvalóvá teszi, hogy az ingerület tovahaladása és az összehúzódás rángásszerű lefolyása teljesen független a *Porret*-féle izomtűneménytől; mert a midőn ez utóbbi élénken mutatkozik is, *ha egyidejűleg rángás nincs, ingerület sem lehet*; a beálló ingerületet mindig rángás követi.

E kísérletnél a rángás-jelzésből nem lehet megítélni, hogy a vezetett villamáram-keltette ingerület, a kiváltás helyétől mind a két oldal felé kiterjedt-e az egész izomra, avagy csak egy irányban terjedt tovább a fél izomra; de azt mindenesetre bizonyítja, hogy az izom ingerületvezető képessége oly fokú elváltozást, mint *Hermann* állítja, nem szenvedett. Ha a *Porret*-féle izomtűnemény folytonos ingerületkiváltások eredménye volna, a melynél az ingerület tovaterjedési sebessége oly annyira csekély: akkor az összehúzódás rángásszerű lefolyása ugyanabban az izomban lehetetlenné válna. A *Porret*-féle izomtűnemény mellett a rángás egyidejű megjelenése magában is elégséges annak bebizonyítására, hogy a *Porret*-féle izomtűnemény nem lehet ingerület-okozta folyamat; mert az izomban egyidőben egy irány felé gyorsan is, meg lassan is nem terjedhet az ingerület.

4. Az ingerület az átáramolt izomszakaszban mind a két irány felé tovább terjed. Egy sartorius izom egyik végét egy — az ingerlő vezetett villamáram számára szolgáló — elektrod-párral ellátott fogóba szorítottam be; az izom végéhez közelebb eső szélső elektrod egyszersmind az állandó áram egyik vezetőjeként is szerepelt; a másik elektrod az állandó áram részére a gyöngérugó által feszítve tartott alsó izomvégén volt elhelyezve. —

A *Porret*-féle izomtűnemény tartama alatt az izom végi ingerlése által rángást, illetőleg tetanust, lehetett az izomban kiváltani, akár leszálló, akár fölszálló volt — a helyzet szerint — az állandó villamáram iránya; vagyis az ingerület az izomban egyenlően végig haladt, és rángást okozott, akár a *Porret*-féle izomtűneménnyel ellenkező, akár azzal egyenlő irányban kellett is haladnia.

A rángás, illetőleg a tetanus az izomban még olyankor is beállott, a mikor az állandó villamáram hosszabb tartama folytán a *Porret*-féle izomtűnemény teljesen megszűnt látható lenni, a mikor tehát *Hermann* fölfogása szerint az izom már annyira elfáradt, hogy az ingerületet egyáltalában nem vezette.

Hasonló értelmű eredményt nyertem úgy is, hogy egy sartorius izom közép részét egy, a bevezetett villamáram számára elektrodokkal ellátott fogóval szorítottam le, a mely fogó az izom két felének támasztékul szolgált; az állandó áram elektrodjait az — egyszersmind jelzőkel is ellátott — mozgékony két izomvégen alkalmaztam.

Az állandó villamáram megindításakor a *Porret*-féle izomtűnemény mind a két izomfélben jól látszott; az áramlás tartama alatt az izom közepének ingerlése mind a két izomfélben erős rángást, illetőleg tetanust váltott ki; ez alatt a két izomfélben az ingerület szükségszerűen a *Porret*-féle izomtűnemény irányával egyező, illetőleg ellenkező, irányban haladt elő.

E kísérletek tehát kétségekivülivé teszik, hogy az ingerület a *Porret*-féle izomtűneményt mutató izomszakaszon mind a két irány felé egyenlően terjedt tovább.

5. A rángások áttérjedése az extrapolaris izomszakaszokra. Az extrapolaris izomszakaszokra áttérjedő rángások tanulmányozása végett egy pár sartorius izmot vettem, a melyet a medenczesontnak megfelelő darabja tartott össze; mind a két izom közepét beszorítottam egy-egy elektroddal ellátott fogóba, úgy hogy a közbefogott izomszakasz gyöngén megfeszült; a két oldalt szabadon maradt fél izmot egy-egy *Marey*-féle myographikus dobbal kapcsoltam össze, s a rángásokat két polygraph jegyezte föl egy forgó bekormosított kymographium hengerre. A két belső izomfél által képezett intrapolaris izomszakasz külön ingerlésére szolgáló elektrodokat az izmon úgy helyeztem el, hogy az egyik a

medenczezsont egyik oldala felől az egyik izmot, a másik a túlsó oldal felől a másik izmot érintette.

Az állandó villamáram megindításakor mind a két extrapolaris izomfél egyenlő erős rángást jelzett. Az alkalmazott csekély hengerkörülforgási sebesség mellett a két rángás kezdete közt időkülönbség nem volt fölismerhető. A Porret-féle izomtűnemény az egész intrapolaris szakaszban, a medenczezsont mindkét oldalán szépen látszott.

A villamáramnak többször ismételt megfordításakor mind a két extrapolaris izomvég sokkal erősebb rángást jelzett, mint előbb az áram megindításakor; a Porret-féle izomtűnemény pedig megfordult és élénk volt.

A villamáram erejének hirtelen növelésekor, illetőleg csökkentésekor mind a két extrapolaris izomszakasz rángást jelez; de az áram iránya szerint fölváltva erősítéskor mindig a kathod oldala felé eső izomfél, gyöngítéskor ellenben az anod felé eső izomfél mutatja az erősebb rángást. E tapasztalat az intrapolaris izomszakasz ingerületvezető képességének csökkenését bizonyítja. Az áramerő hirtelen csökkentésekor, az inger csekélyebb volta miatt, néha a rángások elmaradnak. A *Porret-féle izomtűnemény az áram erőváltoztatásakor arányos növekedést, illetőleg csökkenést mutat.*

Az állandó villamáram tartama alatt az intrapolaris izomszakasznak bevezetett villamárammal való ingerlésekor *mind a két extrapolaris izomfél összehúzódik*; még pedig egyszerű ingerlésekor rángás, ismételt ingerlésekor pedig tetanus látható. Az állandó áram *iránya* nem módosítja az ingerlést követő rángások, illetőleg tetanikus megrövidülések nagyságát.

Mind e tapasztalatok a *Hermann* értelmezése ellen bizonyítanak, és azt mutatják, hogy az intrapolaris izomszakasz ingerületvezető képessége *nem válik egyirányúvá* az állandó villamáram hatása következtében.

b) Az ingerületvezető képesség megváltozása az izomtűnemény tartama alatt.

Miután a *Bezold* kísérletei csupán az ingerületvezető képesség rosszabbodását, illetőleg megszűnését bizonyítják az izom vil-

lamos átáramoltatásakor, de a kísérleti adatokból nem lehet kiszámítani az ingerületvezető képesség rosszabbodásának fokát is az elektrotonizáló áram erejének módosulatai szerint: szükségesnek láttam hasonló kísérleteket végezni; de azzal a módosítással, hogy egyszersmind az ingerlést is az állandó villamáram által átáramolt izomszakaszon eszközöljem, míg *Bezold* az ingerlő elektrodokat az elektrotonizált hely fölött, illetőleg alatt, alkalmazta.

Van ugyan *Bezold*nak ¹⁾ egy kísérleti berendezése, a melynél a *Du Bois*-féle szánkakészüléknek az ingerlő áramot szolgáltatató második huzaltekercse az elektrotonizáló állandó áram útjába volt beiktatva, a midőn tehát közös elektrodok szolgáltak az izmon az állandó és a bevezetett villamáram részére; de e kísérleti berendezésnél sem az egész intrapolaris izomszakaszt érte a bevezetett villamáram ingere, minthogy a bevezetett villamáram is polaris, — és pedig a mint kimutatni volt alkalmam ²⁾ bipolaris hatású; a bevezetett villamáram-okozta ingerület tehát a mondott berendezésnél az elektrotonizált izomszakasznak felső és alsó határán keletkezett, nem magában az intrapolaris szakaszban.

Itt egyszersmind meg kell említenem, hogy a *Hermann* tankönyvében hibásan van mondva, mintha a *Bezold* kísérleteiből úgy az anelektrotonikus mint a katelektrotonikus izomszakasz ingerületvezető képességének csökkenésére következtetni lehetne. *Hermann*-nak ³⁾ egy már előbb is közölt hivatkozása szerint: «*Ferner fand Bezold, dass sowohl An- als Katelektrotonus (intrapolar) die Leitungsgeschwindigkeit der Muskel-erregung herabsetzen, und bei starken Strömen ganz aufheben, eine Veränderung, die nach der Öffnung allmählich vergeht*».

Bezold nem hogy tett volna kísérleteket külön a két ellentétes elektrotonikus izomszakasz ingerületvezető képességére vonatkozólag, hanem ellenkezőleg kijelenti, hogy az ilyen kísérleteknél legyőzhetetlen nehézségekkel kellett volna megküzdenie. *Bezold* ⁴⁾ ugyanis a következőket mondja: «*Es handelte sich nur*

¹⁾ Loc. cit. 169. l.

²⁾ M. tud. Akad. Értekezések. XVII. k. 5. sz. 1887—8. 60. l.

³⁾ Allgemeine Muskelphysik. 91. l.

⁴⁾ Loc. cit. 172. l.

eigentlich darum, die verschiedenen Abschnitte der intrapolaren Muskelstrecke in Bezug auf die Veränderungen ihrer leitenden Eigenschaften zu prüfen; es wäre die Aufgabe, die Curve der Leitungsverzögerungen auf die intrapolare Strecke als Abscisse, experimentell zu construiren. Aber ich gestehe, dass die Schwierigkeit dieser Aufgabe vorläufig meine experimentellen Kräfte und Hülfsmittel übersteigt. Schon der Nachweis der Leitungsverzögerung in der intrapolaren Muskelsubstanz erfordert bei der Vergänglichkeit der Lebenseigenschaften des zarten *M. sartorius* eine grosse Schnelligkeit und Sicherheit in allen Vorrichtungen.»

«Wenn man ausserdem berücksichtigt, dass die intrapolare Strecke, über die man an diesem Muskel zu verfügen hat, sehr klein ist, und dass ohnehin beim Muskel die Beschränkung des elektrischen Reizes auf die unmittelbar zwischen den Reizelektroden liegende Stelle sehr grosse Vorsicht erfordert, so wird man die Mangelhaftigkeit der vorliegenden Untersuchung entschuldigen.»

A *Hermann* által jelzett ellenmondás tehát a *Bezold* és az *Engelmann* kísérletei közt nincs meg.

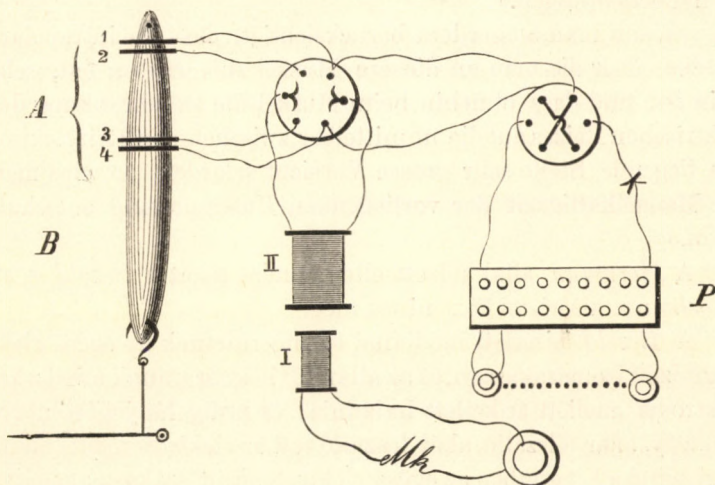
A *Bezold* kísérleti módjánál az ingerületnek az egész elektrotonizált izomszakaszon, és az állandó villamáramnak mind a két elektrodja mellett át kellett haladnia; és pedig lényegére nézve mindegy, akár fölszálló, akár leszálló volt az elektrotonizáló áram, mert mind a két esetben az egész elektrotonizált szakasz akadályt le volt győzendő.

E szerint az elektrotonizáló áram erősítésének hatása alatt mutatózó ingerületvezetési rosszabbodást csak az egész elektrotonizált szakaszra vonatkoztathatjuk általában; de arról a *Bezold* kísérlete semmi fölvilágosítást sem nyújt, hogy vajjon ez a rosszabbodás egyenletes-e az egész elektrotonizált izomrészben, egyenlő-e mind a két sarknál; avagy talán a vezetőképesség rosszabbodása csak az anod tájára szorítkozik és a katelektrotonusban nincs; vagy pedig az analektrotonikus csökkenés katelektrotonikus növekedéssel jár együtt, de ez utóbbi nem emelkedhetik érvényre az összeges eredményben, mert az anelektrotonikus csökkenés eltakarja.

Ezért az ingerlő elektrodokat úgy kellett elhelyezni, hogy

az ingerület a mozgékony izomfélhez csupán az egyik elektrotonikus szakaszon haladjon végig, és így az anelektrotonusnak és a katelektrotonusnak esetleges különböző befolyása az ingerületvezető képességre föltűnjék és egymástól elkülönítve vizsgálható legyen.

E kíváncsiságnak csak úgy lehetett megfelelni, ha az ingerlő elektrod párt az elektrotonizált szakaszon helyeztem el, az állandó áram két elektrodja között. Némi bonyodalom származik ugyan a kísérleti eredmények megítélésével abból a körülményből, hogy



az elektrotonusban egyszersmind az izom ingerlékenysége is megváltozik, és a rángások nagysága a szerint mutathat változást, a mint a változatlan erejű inger katelektrotonikus vagy anelektrotonikus izomrészletre hatott; e körülmény mindazáltal nem teszi lehetetlenné a kísérleti eredmény értékesítését.

A következő kísérleti berendezést használtam :

Az izom felső vége egy pár, egymástól 3 mm. távol álló platin-elektroddal (1., 2.) ellátott elefántesont fogóban volt fölfüggesztve ; de a fogó két lapja csak az elektrodok biztos érintéseig volt leszorítva, s az izmot a kicsúszástól még vagy a medencecsontnak egy darabja, vagy egy a fogó fölött átszúrt sündiszó tövis védte. Egy másik hasonló elektrod párral (3., 4.) ellátott

fogó az izom felső fele (*A*) az ingerlés behatásakor nem rövidülhetett meg, ellenben az izom alsó fele (*B*) az átkerjett ingerület következtében szabadon összehúzódhatott.

Az említett elektrodos fogók a *Jendrassik*-féle erő-myographiumhoz tartoznak, a melyet e kísérleteknél a rángások jelzésére használtam.

Az ingerlésre szolgáló szakítási bevezetett áramot a Myographium-kulcs (*MK*) váltotta ki egy bizonyos, a jelzésre szolgáló üveglapon megjegyzett pillanatban; az ingerlés a felső vagy az alsó elektrodpárnál volt eszközölhető.

Az állandó áramot egy 10 darab *Schenck-Farbaky*-féle accumulatorból álló telep szolgáltatta, melynek minden eleme körülbelül 2 Bunsen-elem áramerejéig volt megtöltve. E telepből egy vagy több elemet lehetett venni a P. beiktató készülék — Pachytrop — segítségével; az állandó áramot egy keresztes commutatoron át a legfelső és a legalsó elektrod (1—4.) fölhasználásával vezettem az izomhoz.

A kísérletet úgy végeztem, hogy előbb a felső-, illetőleg az alsó elektrod pár felől az elektrotonizáló áram alkalmazása nélkül váltottam ki egy vagy két pár rángást, hogy az izom változatlan ingerületvezető képessége meg legyen határozható, a rángások lappangási szakaszának időkülönbségéből, a *Bezold* módszere útján. Azután mindig a felső elektrod párt használva az ingerlésre, — mialatt a két fogó közt levő felső (*A*) izomszakaszon különböző erejű és irányú állandó villamáramot vezettem át, — folytattam a rángások kiváltását és följegyzését. A myogrammok a bekormosított üveglemezen egymás mellé sorakozódtak.

A rángások lappangási időszakaszainak lemerését e kísérleteknél megnehezíti az a körülmény, hogy az állandó villamáram megindításakor a jelző alsó izomfél (*B*) is mindig tetanikus jellegű rángást tesz, a mely csak lassan múlik el; ennél fogva — ha a rángást kevés idővel az állandó villamáram megindítása után akarjuk följegyeztetni, a myogrammok emelkedése rendszeren az előbb megvont metszéki tengely alatt kezdődik.

* * *

I. M. rectus intern. major kurarázás nélkül. — Az intrapolaris izomszakasz hossza 16 mm. A myographium-lemez esési

sebessége a kísérleteknél mindig 1 mm.: 0·00119 mp. volt. — Az ingerület kiindulási pillanata az üveglemezen, a Jendrassik-féle lemérő állvány mérőléce hosszában = 23·4 mm.

| Az elektrotonizáló áram ereje és iránya | Az ingerlés helye | A rángási görbék kezdeté | A lappangási sza- kaszok hossz- különbsége | V. meter |
|---|----------------------|--------------------------------|--|-------------|
| 0 Acc. | főnt | 34·5 | | |
| 0 „ | lent | 26·4 | 8·1 mm. | 1·626 |
| 1 Acc. ↑ | főnt | 34·5 | 8·1 „ | 1·626 |
| „ ↓ | „ | 32·6 | 6·2 „ | 2·168 |
| 3 Acc. ↓ | „ | 32·9 | 6·5 „ | 2·068 |
| „ ↑ | „ | 33·5 | 7·1 „ | 1·887 |
| 5 Acc. ↑ | „ | 35·3 | 8·9 „ | 1·510 |
| „ ↓ | „ | 35·5 | 9·1 „ | 1·477 |
| 10 Acc. ↓ | „ | 35·0 | 8·6 „ | 1·563 |
| „ ↑ | „ | 35·4 | 9·0 „ | 1·493 |

Tíz percznyi szünet.

| | | | | |
|-----------|------|------|---------|-------|
| 3 Acc. ↑ | főnt | 34·2 | 7·9 mm. | 1·700 |
| „ ↓ | „ | 34·7 | 8·4 „ | 1·600 |
| 5 Acc. ↑ | „ | 34·2 | 7·9 „ | 1·700 |
| „ ↓ | „ | 37·2 | 10·9 „ | 1·233 |
| 10 Acc. ↑ | „ | 0 | 0 „ | 0 |
| „ ↓ | „ | 0 | 0 „ | 0 |

II. M. rect. intern. major kurarázott békából. — Az intrapolaris izomszakasz hossza 16 mm. Az ingerület kiindulásának pillanata az üveglemezen a mérőlécz hosszában 26·0 mm.-nél áll.

| Az elektrotonizáló áram ereje és iránya | Az ingerlés helye | A rángási görbék kezdeté | A lappangási sza- kaszok hossz- különbsége | A rángás nagysága mm. | V. meter |
|---|----------------------|---|--|-----------------------------|-------------|
| 0 Acc. | főnt | 38·7 | | 6·0 | |
| „ | lent | 29·6 | 9·1 mm. | 12·0 | 1·477 |
| 1 Acc. ↑ | főnt | 34·8 | 5·2 „ | 13 | 2·577 |
| „ ↓ | „ | 34·7 | 5·1 „ | 13 | 2·636 |
| 3 Acc. ↑ | „ | 36·4 | 6·8 „ | 9 | 1·977 |
| „ ↓ | „ | 37·4 | 7·8 „ | 10 | 1·723 |
| 5 Acc. ↑ | „ | csak az intrapolaris izomszakaszban van rángás. | | | |
| „ ↓ | „ | | | | |

Öt percznyi pihenés.

| | | | | | |
|----------|------|---|----------|---|-------|
| 3 Acc. ↑ | főnt | 38·3 | 12·3 mm. | 5 | 1·100 |
| „ ↓ | „ | 42·3 | 16·3 „ | 1 | 0·824 |
| 5 Acc. ↑ | „ | 38·5 | 12·5 „ | 4 | 1·075 |
| „ ↓ | „ | csak az intrapolaris szakaszban van rángás. | | | |

III. Mind a két oldali *M. sartorius* együttvéve egy kurarázott békából. — Az intrapolaris izomszakasz hossza 16 mm. Az ingerület kiindulásának pillanata a myographium-lemezen 22.6 mm.-nél volt.

| Az elektrotonizáló áram ereje és iránya | Az ingerlés helye | A rángási görbék kezdeté | A lappangási sza- kaszok hossz- különbsége | V. meter |
|---|----------------------|--------------------------------|--|-------------|
| 0 | fönt | 33.4 | 6.8 mm. | 1.977 |
| | lent | 26.6 | | |
| | fönt | 33.5 | | |
| | lent | 26.8 | | |
| 3 Acc. ↑ | fönt | 33.8 | 7.2 " | 1.867 |
| " ↓ | " | 33.6 | 7.0 " | 1.920 |
| 5 Acc. ↓ | " | 33.3 | 6.7 " | 2.000 |
| " ↑ | " | 34.8 | 8.2 " | 1.639 |
| 10 Acc. ↑ | " | 38.6 | 12.0 " | 1.120 |
| " ↓ | " | 38.8 | 12.2 " | 1.100 |
| " ↑ | " | 41.5 | 14.9 " | 0.900 |
| " ↓ | " | 42.4 | 15.8 " | 0.850 |

E kísérletek eredménye röviden a következőkben foglalható össze: *a villamáram hatása alatt csökken az ingerületvezető-képesség, kisebbedik az ingerület tovaterjedési sebessége, de csak hosszú behatás után súlyed le jelentékenyen, illetőleg szűnik meg.* Friss izomban, rövid idővel a villamáram megindítása után, még nagyon erős villamáram hatása alatt is jelentéktelen az ingerületvezető képesség megváltozása. Az állandó villamáram irányának, úgy látszik, nincs befolyása az ingerület tovaterjedési sebességének csökkenésére, azaz: bármilyen áramirány mellett annál kisebb az ingerület tovaterjedési sebessége, minél erősebb volt és minél tovább tartott az elektrotonizáló áram. Gyöngébb áramoknál azonban, még pedig — a felfüggesztett izom helyzete szerint — inkább a leszálló irányú áramoknál, a midőn tehát az ingerületnek a katelektrotonikus izomszakaszon kell végig haladnia, az ingerületvezető képesség többször fokozódottnak mutatkozott; sőt az I. és a II. kísérletnél gyöngé elektrotonizáló áram mellett még akkor is növekedetnek látszott az ingerület tovaterjedési sebessége, a midőn az ingerületnek az anelektrotonikus izomszakaszon is át kellett terjednie; a miből azt lehetne következtetni, hogy a katelektrotonusban — a mint azt *Engelmann* kísérletei a sima izomsejtes szöveteknél mutatták — az

ingerület tovaterjedési sebessége nem fogy, hanem inkább nő, és gyöngre elektrotonizáló áram alkalmazásakor — mint az idegnél — az intrapolaris izomszakasz nagyobb része katelektrotonusban van.

A II. kísérletnél az elektrotonizáló áram megindítása előtt a felső és az alsó elektrodpártól kiváltott rángások magassága sem volt egyenlő, a mint a táblázatban ki van tüntetve; valószínű, hogy az első rángásnak aránylag hosszú lappangási szakasza a myogram lassúbb emelkedésének látszólagos következménye volt.

A III. kísérletben gyöngre elektrotonusnál a tovaterjedési sebesség növekedése nem tűnik elő.

Az ingerületvezető képesség oly nagyfokú csökkenése, amelylyel a *Porret*-féle izomtűnemény mint ingerületi jelenség magyarázható lenne, oly áramerő hatása alatt, amely a *Porret*-féle izomtűnemény előidézésére elégséges, a közlött kísérletekből ki nem mutatható; az ingerületvezetésnek *Hermann* által állított egyirányúvá válását pedig bármilyen áramerőnél határozottan tagadnom kell.

Az elektrotonikus vezetőképességi csökkenés e kísérleteknél általában csekélyebbnek mutatkozott, mint a *Bezold* kísérleteinél; ezt abból származtatom, hogy az ingerlésre erős bevezetett villamáramokat alkalmaztam, míg *Bezold* minimalis erejű ingerlő áramokat választott. A vezetőképesség elektrotonikus megváltozásának behatóbb tanulmányozása további vizsgálatokat igényel.

III. Van-e arányos összefüggés a Porret-féle izomtűnemény élénksége és az izomingerlékenység foka között?

A *Porret*-féle izomtűneményt ingerületi jelenségnek tekintve, el lenne várható, hogy a hullámozás élénksége az izom ingerlékenységével arányosan fog növekedést, illetőleg csökkenést mutatni; a mennyire bizonyító volna e viszony fennállása a jelenség ingerületi természete mellett, épen annyira tekinthető ellenbizonyíték gyanánt, ha a várt arányosság ki nem mutatható.

A kérdés fontos volta beható vizsgálatot igényelvén, kísérleteimet két irányban indítottam meg, mint a melyek szerint a

kérdés felől leginkább reméltem fölvilágosító adatokat szerezhetni. Vizsgáltam ugyanis az izom elfáradásakor az ingerlékenységi viszonyokat a kiváltható rángásokból, összehasonlítva ezekkel a Porret-féle izomtűneményt; vizsgáltam továbbá a hőmérséki változatok befolyását az ingerlékenységre, és egyszersmind a *Porret-féle izomtűneményre*.

a) Az elfáradás hatása az izom ingerlékenységére és a Porret-féle izomtűneményre.

A *Porret-féle izomtűnemény* a villamáram tartama alatt mindinkább gyöngül, és végre megszűnik. *Hermann* ezt az izom elfáradásával hozza oki összefüggésbe; szerinte az elfáradás miatt az izom ingerlékenysége vagy ingerületvezető képessége megsemmisül és pihenés után újra helyreáll. A kísérlet azonban e fölvetelt nem igazolja; azonkívül, a mit már az első vizsgáló, *Kühne* fölismert, hogy u. i. az állandó villamáram irányváltozásakor a jelenség változatlanul vagy még fokozott mértékben mutatkozik, a közvetetlen ingerlés iránt az izom fogékony marad, nemcsak a *Porret-féle izomtűnemény* tartama alatt, hanem még annak megszűnése után is a villamáramnak egy bizonyos változatlan iránya mellett.

Az ingerlés bevezetett villamáram által, továbbá erőművi vagy vegyi úton eszközölhető.

A bevezetett villamáram, rövid tartama miatt csekélyebb ingert képvisel, mint az állandó villamáram. *Hermann* is leírja, hogy az oly izmok, a melyek az elhalásnak már előrehaladottabb szakában vannak, és a legerősebb bevezetett árammal sem hozhatók ingerületbe, erős állandó áram megindításakor még rángást tesznek és a *Porret-féle izomtűneményt* mutatják; tudjuk, hogy az izomrostok elfajulásának egy bizonyos szakában is hatástalanok a bevezetett villamáramok, míg az állandó áram még bír ingerületet kiváltani: annál föltűnőbb, hogy a *Porret-féle izomtűnemény* megszűnésekor az állandó áram tartama alatt, tehát a mikor ez utóbbi az ingerület keletkezését *Hermann* szerint már nem bírja kieszközölni, a bevezetett áram az intrapolaris izomszakaszban még rángást hoz létre.

Igaz, hogy az ilyen ingerlésnél a bevezetett áram az állandó

áramra halmozódik, és az erősebb áram a csökkent ingerlékenységnél még rángást válthat ki akkor, a midőn a gyöngébb már hatástalan; de egyrésről a rángás létrejön a bevezetett áram ingere következtében, akár egyenlő ez áram, akár pedig ellenkező irányú az állandó áramhoz képest; másrésről az állandó áram erősítése hasonlóképen rángást vált ki és sokszor a *Porret*-féle izomtűnemény is újra mutatkozik.

Az erőművi ingerlés nem alkalmas az ingerület kiváltására, mert ha a bekövetkező mozgások csekélyek, akkor az igazi összehúzódástól a passiv mozgást nem lehet jól megkülönböztetni. — Arról azonban sikerült meggyőződnöm, hogy az erőművi ingerlés által helybenmaradó idiomuskularis összehúzódást lehet előidézni az átáramolt izomszakaszon.

Vegyí ingerképen konyhasó fölhintést alkalmaztam, és ez esetben is láttam a *Porret*-féle izomtűnemény megszűnte után az inger hatása alatt beálló összehúzódásokat.

Az alkalmazott ingerekre sohasem sikerült a már megszűnt izomtűneményt újra megindulni látnom a villamáram erősítése, irányának változtatása vagy tartós megszakítása nélkül.

A midőn egy bizonyos áramerő mellett a *Porret*-féle izomtűnemény jól látható, s azután az áram irányának változtatása nélkül mindinkább gyöngül és végre teljesen megszűnik: az áram irányának megváltoztatásakor ismét létrejön, de egyszersmind megfordul. Ha az áram irányát időközönként sokszor változtatjuk, a hullámozás egy idő múlva sem egyik, sem másik áramirány mellett nem látszik, csupán egyszerű rángás kíséri minden áramfordítást. Az izomtűnemény annál rövidebb idő múlva elmarad, minél gyöngébb és viszont egy bizonyos áramerőn túl minél erősebb volt az alkalmazott villamáram.

Az ilyen izomnál erősebb villamáram alkalmazásakor a *Porret*-féle izomtűnemény ismét láthatóvá lesz; és ha többszöri áramfordítás után ismét megszűnt, további áramerősítés által újra létrehozható, a nélkül, hogy szükséges lenne az izmot időközben pihentetni.

Az ingerület vezetésére vonatkozólag tett tapasztalatok sem az izomnál, sem az idegnél nem engedik meg azt a föltevést, hogy

a midőn az izom — illetőleg az ideg — a gyöngébb villamáram ingerét továbbterjesztene már nem bírja, az erősebb áram által kiváltott ingerületet még képes lenne tovább terjesztene, bár az áramerő fokozásakor a nagyobb ingerlő hatás együtt jár a vezetőképesség további csökkenésével. Nem volna érthető, hogy — ha a *Porret*-féle izomtűnemény ingerületi természetű — mi módon bírja az erősebb villamáram azt újra létrehozni, miután már gyöngébb áram mellett megszűnt. A *Pflüger*-féle rángási törvény szerint az idegnél is, midőn erős fölszálló irányú, állandó villamáram alkalmazásakor az indítási ingerület nem terjed át az anelektrotonikus szakaszon, hatástalan marad a villamáram bármely erősítése. A vezetőképességét elveszített idegrészlet tehát nem terjeszti tovább az erősebb ingerületet sem, mert egyszersmind megfelelő arányban az áram erősítésével az elektrotonus is fokozódik.

Mennyire marad ingerlékeny az intrapolaris izomszakasz a villamáram átáramoltatásának ideje alatt a *Porret*-féle izomtűnemény megszűnése után, az a következő kísérletből tűnik ki legjobban :

Szűrjük föl az izom két végét két tűre, mely az elektrodokkal össze van kapcsolva, és miután a villamáram tartama alatt a *Porret*-féle izomtűnemény már megszűnt, fogjuk meg egyik kezünk két ujjával az egyik elektrodot, a másik kezünkbe pedig valamely fémdarabot, pl. pincettát, vagy egy kötötűt véve, érintsük azzal az intrapolaris izomszakasz bármely pontját, bár csak oly gyöngén, hogy erőművileg a rostok legcsekélyebb mozgását se okozzuk ; minden érintés egy-egy összehúzódást vált ki az érintett és annak közelében eső izomrostok egész hosszában.

Hasonló az eredmény akkor is, ha ama kezünknek, a melylyel a fémdarabot tartjuk, egyik ujjával érintjük az egyik elektrodot, és úgy érintjük a fémdarabbal az izmot. Hogy a mondott esetekben a beálló rángásokat az áramerőváltozás okozza, az kitűnik abból, hogy üvegbottal vagy elszigetelt tűvel való érintéskor rángás nem áll be.

Hermann-nak ama kísérletét, a midőn az izomnak egy rövid darabját iktatta az elektrodok közé, és úgy tapasztalta,

hogy az akadályok kisebbitése által növekedett áram ama kis szakaszban nem okoz hullámzást, sőt az izom megfelelő helyét úgy szólván megöli, és azután gyöngébb árammal sem lehet e helyen az izomtűneményt előidézni: nekem a következő midőn sikerült ellenkező eredménynyel sokszor megejtenem.

Az izom két végét két tűre fölszúrtam, a melyek egyszersmind elektrodokképen is szolgáltak. Az egyik tűnek szabad részére egy huzal egyik végét föltekertem, a másik szabad végét pedig a levegőben szabadon lebegni hagytam. A villamám megindítása után beállott a hullámzás, az áram tartama alatt azután gyöngült és végre megszűnt; most a lebegő huzalt megfogva, annak szabad végével érintettem az intrapolaris izomszakaszt, és ez által az izom egy részét — és pedig nagy részét — a villamám útjából kirekesztettem. Az érintés pillanatában beállott rángáson kívül nagyon sokszor kis időre ismét mutatkozott a rövid intrapolaris szakaszban a hullámzás; az érintés többszöri ismétlésekor ugyanaz az eredmény is többször volt előidézhető; s midőn az érintés megszüntetésekor a villamám irányát hirtelen megfordítottam, s az áram útjában ismét az izom egész hossza állott, a *Porret-féle* izomtűnemény újra mutatkozott, és pedig abban az izomszakaszban is, a mely előbb az erősebb áram vezetőjéül szolgált. Csupán az erős villamám hosszabb behatása után válik az izom alkalmatlanná az izomtűneményre, nyilván a kataphorikus folyamat physikai tényezőiben beállott változások következtében.

b) A hőmérséki változatok befolyása az izom ingerlékenységére és a Porret-féle izomtűneményre.

Hermann tapasztalata szerint a hőmérséki változás valamint az izom ingerlékenységére, úgy a *Porret-féle* izomtűneményre is módosítólag hat; még pedig a fölmelegítés hatása fokozódásban, a lehűtés hatása pedig ellenkezőleg csökkenésben nyilvánul.

A *Hermann* vizsgálatai a hőmérsék-emelkedés elősegítő hatását illetőleg annyiból hiányosaknak tekinthetők, hogy a tény megállapítására eszközül csak az egyszerű megtekintés szolgált; a *Porret-féle* izomtűnemény ugyan tényleg élénkebb, gyorsabb a magasabb hőmérséknél, de mindenesetre szükséges lett volna az

áramerő változtatása által kimutatni, hogy a különböző fokú fölmelegítésnél más-más áramerő szükséges a hullámozás előidézésére.

Mielőtt ez irányban végzett kísérleteimre áttérnénk, nézzük mit kellene e tekintetben várnunk, ha a *Porret*-féle izomtűnemenyt ingerületi jelenségnek tekintjük.

Hermann szerint a hullámozás jelensége oly módon jön létre, hogy az ingerületvezető képesség az izomban oly alacsony fokra száll le, a melynél a tovahaladó összehúzóadás szemmel követhető. Ez alapon azt kell várnunk, hogy az ingerület tovaterjedési sebességének az izomtűnemény megjelenésére alkalmas csökkenése annál csekélyebb áramerő által lesz előidézhető, minél kisebb volt az izom ingerületvezető képessége már különben is, elektrotonus nélkül; viszont ha az ingerület tovaterjedési sebessége az izomnak egy bizonyos állapotában nagy értékű, akkor annak kellő fokú csökkentése nagyobb áramerőt fog igényelni. E szerint a kísérletnek azt kellene eredményeznie, hogy az izom lehűtésekor, a midőn az ingerület tovaterjedési sebessége a hőmérsék csökkenése miatt kisebb lesz, a hullámozást már csekélyebb áramerő létrehozza; viszont az izom fölmelegítésekor, a midőn a hőmérsékváltozás az ingerület tovaterjedési sebességét fokozza, a hullámozás előidézésére nagyobb áramerőt kell alkalmaznunk.

A *Hermann* vizsgálatainak eredménye a mondottakkal részben összeegyeztethető; ő ugyanis úgy találta, hogy egyenlő áramerő mellett a hullámozás élénkebb és gyorsabban tovaterjedő a magasabb hőmérséktnél. De van egy kísérleti adat, a melyet az előbb mondottakkal semmiképen sem lehet összeegyeztetni; nevezetesen az, hogy már mérsékelt lehűtés teljesen megszünteti a *Porret*-féle izomtűnemenyt.

Hermann e tényt az izom ingerlékenységével hozza kapcsolatba, bár az ingerlékenység változása által a jelenség egyáltalában nem fejthető meg. Igaz ugyan, hogy a lehűtés közben csökken az ingerlékenység, és kisebbednek a rángások; a hőmérsékcsökkenés hatása mindazáltal nem annyira a rángások kisebbedésében, mint inkább azoknak hosszabb tartamúakká válásában nyilvánul, egész a megfagyási határig; sőt a lehűtésekor a 0°-hoz közel még jelentékenyen fokozódik is az izom ingerlékenysége.

Az a körülmény továbbá, hogy az izom fölmelegítésekor a *Porret*-féle izomtűnemény ismét látható lesz, míg a lehűtés közben azt az állandó áram gyöngítése által előidézni nem sikerül, határozottan arra mutat, hogy a hullámszás elmaradása lehűtésekor nem az elektrotonikus változásban, és nem a hőmérséki változás és az elektrotonus együttes hatásában, hanem egyedül a hőmérséki változás hatásában keresendő.

A hőmérséki változások hatásának tanulmányozása végett *Hermann* az izmot különböző hőmérsékű olajba merítette; az alkalmazott hőmérséki fok a hideg olajnál $0-5^{\circ}\text{C}$., a langyosnál $18-19^{\circ}\text{C}$., a melegenél 35°C . volt.

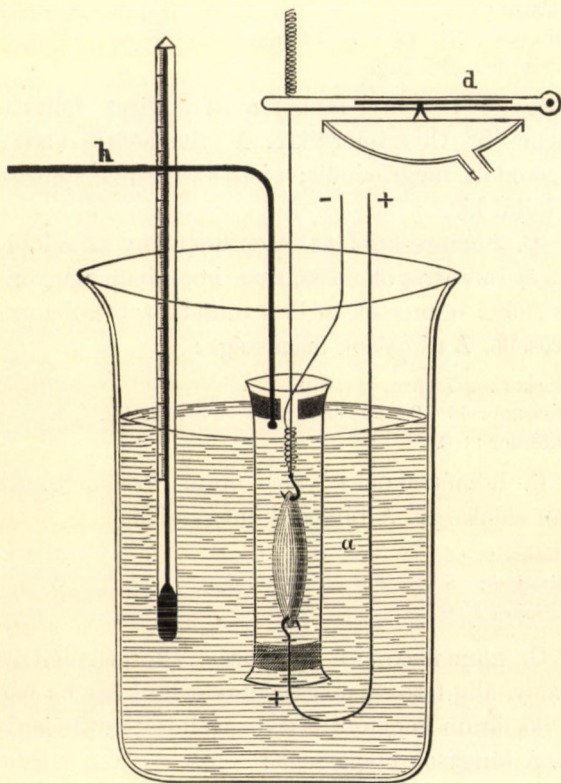
A hőmérséki fokok ilyen megválasztását nem tartom alkalmasnak. Tekintve azt, hogy az izom ingerlékenysége és ingerületvezető képessége az eddigi vizsgálatok szerint 30°C . körül a legnagyobb, és azon föltül kisebbedik, szükséges volna $30^{\circ}\text{C}.$ és $38-39^{\circ}\text{C}.$ hőmérséknél vizsgálni a *Porret*-féle izomtűneményt.

Az izmot az olajjal nem akarván közvetetlen érintkezésbe hozni, én másképen eszközöltem az izom fölmelegítését. A legvékonyabb falazatú kémleőcsövek egyikéből levágtam egy 8 cm.-nyi darabot (*a*), és ebben helyeztem el az izmot; az üvegesőnek fölső és alsó vége dugóval volt elzárva; az alsó dugóban egy horog volt megerősítve, melyet az izom alsó végébe akasztottam, és a mely egyik elektrodul (+) is szolgált.

Az izom fölső végébe egy másik horgot akasztottam, mely igen vékony villamvezető huzallal összeforrasztva a másik elektrodul (—) képviselte, és egyszersmind egy fonal közbevetésével a fölső dugó tágas nyílásán át egy gyöngye ellenrűgőval ellátott *Marey*-féle myographikus dob (*d*) emeltyűjére hatott. Az izomrángásokat egy *Marey*-féle polygraph nagyítva jelezte föl egy lassan forgó kymographium hengerre. Az izmot tartalmazó üvegeső (*a*) tartására egy a fölső dugóba beerősített meggömbötött huzal (*h*) szolgált, melynél fogva az egy állványon felfűggeszthető és egy hőmérővel együtt egy kis hengerüvegbe meríthető volt; ez utóbbi edénybe vizet öntöttem, s annak hőmérsékét egy *Bunsen*-lámggal gyorsan lehetett emelni, és viszont hó vagy jég bedobása által elég gyorsan lehetett csökkenteni. A *Porret*-féle izomtűnemény a vízrétegen keresztül úgy áteső, mint visszaverődő fénynél

jól megfigyelhető. Az állandó villamáramot szolgáltató telep 10 db. accumulatorból állott, kulccsal, commutatorral és iktató készülékkel, mint előbb az ingerület tovaterjedési sebességének vizsgálatánál.

A rángások jelzésére vonatkozólag itt is meg kell jegyeznem azt, hogy az olyan áramerőnél, a mely a *Porret*-féle izomtüne-



ményt létrehozza, a *Hermann* magyarázata értelmében rángásnak egyáltalában nem volna szabad jelenkeznie. Itt a rángásokat a végett veszem figyelembe, hogy azok nagyságából változatlan erejű ingerlő áram alkalmazása mellett következtetést vonhassak az izom ingerlékenységére, és összehasonlítást tehessek az ingerlékenység foka és a *Porret*-féle izomtünemény élénksége között.

I. M. sartorius nem kurarázott békából.

18° C. hőmérséknél 2 accumulator még nem hozza létre az izomtűneményt; 3 accumulator mellett az szépen látható. —

A rángások nagysága :

Indításkor : 10 mm.

Fordításkor : 10·5 14 14 12 15·5 15·5 16 12 mm.

Szakításkor : 7 mm.

Indításkor : ?

Fordításkor : 13 12 17 12 mm.

Szakításkor : 4·5 mm.

Mintegy 5 percnyi szünet alatt a vizet fölmelegítettem a pohárban 35° C. hőmérsékre. A fölmelegítés alatt az izom kissé zsugorodott, megrövidült; a jelzés valamivel magasabb alaponalból indul ki.

35° C. hőmérséknél az izomtűnemény az előbbi áramerő mellett az egész intrapolaris szakasz hosszában nagyon élénk és gyors; az előbbi hőmérsék mellett mutatkozott hullámvázsnál föltűnően erősebb. A rángások magassága :

Indításkor : 7 mm.

Fordításkor : 11 9 13 9·5 13·5 8·5 mm.

Szakításkor : 0.

38° C. hőmérséknél ugyanaz áramerővel az izomtűnemény változatlan élénkségű. A rángások magassága :

Indításkor : ?

Fordításkor : 8 3 8·5 3 8 3 mm.

Szakításkor : 0.

39° C. hőmérséknél a hullámváz változatlan élénk és erős ; de mulékony, alig látható megszakítás nélkül egy fél perc tartamán; de az áram megfordításakor változatlanul élénken ismét megjelen. A rángások magassága :

Indításkor : 0.

Fordításkor : 3 0 2 0 1·5 0 1·5 0 1 0 mm.

Szakításkor : 0.

40° C. hőmérséknél a rosthullámváz még jól látszik, de még rövidebb tartamú mint előbb ; egy-egy áramiránynál 6—8 mp.-ig látható csupán. Rángás nincs sem indításkor, sem az áram irányának változtatásakor.

35—38° C. hőmérséknél föltűnő, hogy az állandó áram

iránya szerint a rángás fölváltva egyszer nagyobb volt másszor kisebb. Ennek okát abban gondolom rejleni, hogy az izom vastagabb vége hosszabb ideig megtartotta ingerlékenységét. Egyidejűleg hasonló különbség a *Porret*-féle izomtűnemény élenkségében a villamáram irányváltoztatásakor nem volt látható.

Ha változatlan erejű ingerlő áramnál a bekövetkező rángások nagyságát az ingerlékenység mértékétől lehet tekinteni, akkor e kísérlet eredményéből azt kell következtetnünk, hogy az izom ingerlékenysége a megfigyelt hőmérsékek között 18° C. hőmérséknél volt a legnagyobb, mert a rángások egyenlő áramerőnél akkor mutatkoztak a legnagyobbaknak. A *Porret*-féle izomtűnemény ellenkezőleg a magasabb hőmérsék hatása alatt összehasonlíthatatlanul sokkal élénkebb és erősebb volt, és olyan maradt a további fölmelegítéskor is; csupán 39 és 40° C. hőmérséknél mutatott csökkenést és vesztett tartósságából.

E szerint az izom ingerlékenysége és a *Porret*-féle izomtűnemény lefolyásának élenksége között nincs meg a *Hermann* által állított okozatos és arányos összefüggés.

A hőmérsék-változtatásnál azért mentem 18 C. fokról mindjárt 35 fokra, hogy a kísérletet ama hőmérséki fokoknál ismételjem, a melyeknél azokat *Hermann* is végezte; szükségesnek láttam azonban a hőmérsék emelésénél még tovább is előhaladni.

A kísérlet végén a kivett izom hődermét nem mutatott; a rostok azonban elvesztették átlátszóságukat és keményebbek, kevésbé hajlékonyak voltak, mint a friss izomrostok.

II. *M. sartorius*, mint az előbbi kísérletnél 3 accumulator áramerejével. A megfigyelést mindjárt magasabb hőmérséknél kezdtem:

27° C. hőmérséknél az izomtűnemény kiváló szép. A rángások lemért magasságai:

Indításkor: 23 mm.

Fordításkor: $30 \quad 24 \quad 26 \quad 21 \quad 25 \quad 21.5 \quad 27 \quad 19$ mm.

Szakításkor: 17 mm.

31° C. hőmérséknél az izomtűnemény változatlan. A rángások:

Indításkor: 8 mm.

Fordításkor: $17 \quad 16 \quad 23 \quad 17 \quad 22 \quad 17 \quad 23$ mm.

Szakításkor: 7 mm.

33° C. hőmérséknél a hullámozás változatlan, nagyon szép és erős. A rángások magassága :

Indításkor : ?
Fordításkor : 12 8 11 8 mm.
Szakításkor : 0.

Néhány percnyi szünet múlva ugyan e hőmérséknél a hullámozás még mindig változatlanul élénk, de tartóságából veszített, csupán 15—20 másodperc tartama alatt látható. A rángások :

Indításkor : 5 mm.
Fordításkor : 8 7 4 5 4 4 mm.
Szakításkor : 0.

38° C. hőmérséknél a hullámozás erős és gyors, de csak 5—6. mp.-ig tart egy-egy áramiránynál. A rángások nagysága :

Indításkor : 0.
Fordításkor : 3 1 0.5 0.5 mm.
Szakításkor : 0.

Ugyan e hőmérséknél 5 accumulator áramerejét alkalmazva, a *Porret-féle izomtűnemény nagyon széppé, erőssé és tartóssá vált.* A rángások magassága :

Indításkor : 0.
Fordításkor : 4 3 2.5 2 2 1 1 1 1 mm.
Szakításkor : 0.

40° C. hőmérséknél 5 accumulatorral szépen látszik az izomtűnemény. Rángás sem az áram megindításakor, sem megfordításakor nem áll be ; *az izom tehát nem ingerlékeny.*

Ezután a melegítő poharat eltávolítottam és az izmot az üvegesből kivettem. Az izomrostok átlátszóságukat megtartották, és az ép izomtól észrevehetőleg nem különböztek. (Valószínűleg az izom fölmelegedése nem érte el egészen a 40 C. fokot.) Az izmot fölszúrtam egy pár egyszerű tüelektrodra, és a szoba hőmérsékénél megindítottam rajta a villamáramot ; az izomtűnemény szépen mutatkozott. Rángás nem volt a villamáram megindításakor, sőt azt az áram irányának változtatásakor sem ismerhettem föl biztosan.

E kísérlet eredménye egyező az előbbiével annyiban, hogy a *Porret-féle izomtűnemény* még akkor is változatlan élénkséggel mutatkozott, a midőn a hőmérsék emelkedésének hatása alatt a

rángások jelentékeny csökkenéséből az ingerlékenység lesülyedését lehetett megállapítani.

Föltűnő jelenség volt e kísérletnél — a mely a *Hermann* ingerületi alapon nyugvó magyarázatával nem fér jól össze — a következő: a midőn az izom fölmelegítése közben 38°C . hőmérséknél az indítási és szakítási rángások elmaradtak, és az áramfordítás erősebb ingere is csak minimalis rángást váltott ki, a *Porret*-féle izomtűnemény pedig igen gyorsan múlóvá vált: a villamáram erejének növelése által az izomtűnemény ismét a legsebbebb alakban létre volt hozható, a nélkül, hogy az erősebb villamáram hatása alatt a rángások nagysága is jelentékeny növekedést tüntetett volna elő. Az erősebb áram itt az ingerlékenységet nem fokozta; az ingerületvezető-képesség csak rosszabbá válhatott, mint a minő gyöngébb áram mellett volt; az áram ingerlő hatása a *főlkathod* felől is csak minimalis rángást bírt kiváltani, és mégis a *Porret*-féle izomtűnemény szembetűnően megerősödve mutatkozott.

III. *M. rectus internus major* rendes helyzetben fölfüggesztve 3 accumulator áramerővel.

15°C . szobahőmérséknél szépen látszik az izomtűnemény az egész intrapolaris izomrészletben.

5°C . hőmérséknél az izomtűnemény jelentékenyen gyöngébb és csak az intrapolaris izomszakasz közepén látható. A rángások magassága milliméterben:

| | | | | | | | | |
|--------------|---|---|---|-----|---|-----|---|-----|
| Indításkor: | ↑ | ? | ↓ | 7 | ↑ | 7.5 | ↓ | 7.5 |
| Szakításkor: | ↑ | 6 | ↓ | 5.3 | ↑ | 4.5 | ↓ | 4 |

3°C . Az izomtűnemény nem látszik. A rángások nagysága:

| | | | | | | | | | | |
|--------------|---|------|---|-----|---|-----|---|-----|---|---|
| Indításkor: | ↑ | 11.5 | ↓ | 9.5 | ↑ | 8.5 | ↓ | 8.5 | ↑ | 8 |
| Szakításkor: | ↑ | 2 | ↓ | 2 | ↑ | 2 | ↓ | 2.5 | ↑ | 2 |

1°C . Az izomtűnemény nem látszik. A rángások magassága:

| | | | | | | |
|--------------|---|---|---|---|---|-----|
| Indításkor: | ↓ | 5 | ↑ | 5 | ↓ | 6.5 |
| Szakításkor: | ↓ | 2 | ↑ | 2 | ↓ | 1 |

0° -nál a rángások magassága:

| | | | | | | | |
|--------------|---|---|---|-----|-----|---|---|
| Indításkor: | ↑ | 4 | ↓ | 3 | — | — | — |
| Szakításkor: | ↑ | 1 | ↓ | — | — | — | 1 |
| Fordításkor: | — | — | 5 | 3.5 | 4.5 | — | — |

Az izomtűnemény 0° hőmérséknél sem erősebb, sem gyöngébb áram alkalmazása által nem hozható létre.

E kísérlet adataiból láthatjuk, hogy a rángások — legalább azok, a melyeket a villamáram megindítása váltott ki — 3° C. hőmérséknél erősebbek voltak, mint 5° C. hőmérséknél, és az izomtűnemény, mely 5° C. foknál még látható volt, 3° C. foknál mindamellett elmaradt. Továbbá kitűnik, hogy az izom ingerlékeny maradt még a további lehűtéskor is, a midőn az izomtűnemény semmi áramerő által sem volt előidézhető.

IV. M. sartorius 3 accumulator áramerővel. Mielőtt a villamáramot megindítottam volna, az izmot lehűtöttem, és az ellenrúgót kissé erősebben megfeszítettem.

0.5° C. Az izomtűnemény nem látszik. A rángások nagysága:

| | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-----|---|-----|-----|-----|-----|---|-----|-------------|
| Indításkor: | | 3.5 | 4 | 4 | 4.5 | 4 | — | — | — | — |
| Szakításkor: | ↑ | 2.5 | ↓ | 2.5 | ↑ | 2.5 | ↓ | 3 | ↑ | — — — — — 2 |
| Fordításkor: | — | — | — | — | — | 4.5 | 3.5 | 5 | 4.5 | 3.4 — |

4° C. Az izomtűnemény nem látszik. A rángások nagysága:

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|-----|---|-----|---|---|---|
| Indításkor: | | 3 | ↓ | 3 | ↑ | 2 | ↓ | 3 | ↑ | 2 | 2 | — | — | — | — | — |
| Szakításkor: | ↓ | 1 | ↓ | 1 | ↑ | 2 | ↓ | 1 | ↑ | 2.5 | — | — | — | — | — | 1 |
| Fordításkor: | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 | 2.5 | 3 | 2.5 | 3 | — | — |

9° C. hőmérséknél az izomtűnemény lassú és gyöngé, de biztosan látható az intrapolaris izomszakasz egy részében. A rángások magassága:

| | | | | | | |
|--------------|-----|---|---|-----|-----|-----|
| Indításkor: | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Fordításkor: | 3.5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Szakításkor: | 1 | 1 | 1 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |

16.5° C. hőmérséknél az izomtűnemény szépen látszik. A rángások magassága:

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-----|-----|-----|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|---|
| Indításkor: | 2.7 | 2.8 | 2.8 | 2.5 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Szakításkor: | 2 | 1.5 | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 |
| Fordításkor: | — | — | — | 2.8 | 3 | 2.7 | 3 | 2.6 | 4 | 3.5 | — | — |

Ekkor az izom feszülését csökkentettem; a *Porret*-féle izomtűnemény ez által észrevehetően erősödött. A rángások magassága:

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|---|-----|---|---|---|---|-----|---|-----|-----|---|
| Indításkor: | 4 | 4 | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Szakításkor: | 4 | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Fordításkor: | — | — | 4.5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3.5 | 3 | 3.2 | 2.8 | — |

25° C. hőmérséknél az izomtűnemény még jobban élénkült. A rángások magassága:

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-----|---|-----|---|-----|---|---|---|-----|-----|-----|
| Indításkor: | ↓ | 3·8 | — | — | ↑ | 3·6 | — | — | — | — | — | — |
| Fordításkor: | | 4 | 4 | 3·8 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 3·5 | 3·5 | 3·5 |
| Szakításkor: | | — | — | 2·5 | | — | — | — | — | — | — | 2·5 |

29° C. hőmérséknél az izomtűneményben további fokozódás észlelhető; nagyon szépen látszik az egész izomban. A rángások magassága:

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--|---|---|---|---|---|---|---|-----|-----|---|-----|---|---|-----|
| Indításkor: | | ↑ | 5 | ↓ | 5 | ↑ | 5 | ↓ | 5 | ↑ | 5 | — | — | — | — |
| Szakításkor: | | ↑ | 2 | ↓ | 1 | ↑ | 2 | ↓ | 0·5 | ↑ | — | — | — | — | 2·5 |
| Fordításkor: | | — | — | — | — | — | — | — | — | 5·5 | 5 | 5·5 | 4 | 5 | — |

32° C. hőmérséknél az izomtűnemény változatlanul szépen látszik. A rángások magassága:

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--|---|-----|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|
| Indításkor: | | ↑ | 2·5 | ↓ | 2 | ↑ | 2 | ↓ | 2 | ↑ | 2 | 2 | — | — | — | — |
| Szakításkor: | | ↑ | 1 | ↓ | 0 | ↑ | 1 | ↓ | 0·5 | ↑ | 1 | — | — | — | — | — |
| Fordításkor: | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

35° C. hőmérséknél a hullámozás élénksége változatlan, de nem tartós és 8—10 mp. múlva a villamáram megindítása után nagyon meggyengül és megszűnik. A rángások magassága:

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|-----|---|---|---|---|---|
| Indításkor: | 1 | 1 | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Szakításkor: | 0 | 0 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0 |
| Fordításkor: | — | — | — | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0·8 | 0·5 | — | — | — | — | — |

39° C. Az izomtűnemény szép és erős, de csak néhány másodpercig látható egy áramiránynál, azután megszűnik. Rángás sem az áram megindításakor, sem szakításkor nem mutatkozik; az áram megfordításakor piczi rángásszerű mozdulat a rostokban még észrevehető.

Ekkor az izmot ismét lehűtöttem 20° C. hőmérsékig; az izomtűnemény jól látható maradt, de mint előbb, nagyon rövid ideig látható. A rángások:

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-----|-----|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Indításkor: | 2·5 | 2·5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Szakításkor: | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0 |
| Fordításkor: | — | 2·5 | 2·5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Az áramot erősítettem. 5 accumulatorral az izomtűnemény erős és gyors mint előbb 29° C. hőmérséknél. *Sem indítási, sem szakítási rángás nincs*; az áram megfordításakor a rángá-



sok magassága 2 mm., lefolyásuk nyújtottabb mint gyöngébb áramnál.

10 accumulator áram erejével a hullámzás nagyon szép, még erősebb. Indítási vagy szakítási rángás nincs; az áram megfordításakor a rángás nagysága 2 mm.

5 accumulator árama már csak gyöngé hullámzást idéz elő. *Rángás nem jön létre.*

10 accumulatorral valamivel erősebb a hullámzás. A rángások magassága az áram hirtelen megfordításakor 1 mm.

E kísérlet folyamán az izom ingerlékenysége — a beállott rángásokból következtetve — a hőmérséki változás hatása alatt úgy módosult, hogy 0° -tól 9° -ig csökkenés látszott; $9-29^{\circ}$ -ig növekedés mutatkozott; 29° fölött ismét csökkenés állott be és 35° fölött a rángások kimaradtak; 20° -ra lehűtve a rángások ismét megjelentek, de a kísérlet tartama alatt mindinkább csökkenve, végre ismét elmaradtak és erősebb villamáramok indítása és szakítása is hatástalanná lett.

Az izomtűnemény viszont 9° C. hőmérsék alatt egyáltalában nem látszott; azután a hőmérsék emelkedésével fokozódott 29° C.-ig; a hőmérsék tovább emelkedésekor élénkségéből nem veszített, de rövidebb tartamúvá vált egy-egy áramiránynál. Erősebb villamáram hatása alatt végre oly szépen és tartósan vált ismét láthatóvá, mint előbb oly időszakban és oly hőmérséknél, a mikor a legszebb volt; egyidejűleg sem indítási sem szakítási rángás nem mutatkozott.

E kísérlet is tehát azt bizonyítja, hogy a *Porret*-féle izomtűnemény az izom ingerlékenységével semmi okozatos összefüggésben nincs; továbbá azt, hogy az erősebb villamáram egyszersmind erősebb és gyorsabb hullámzást okoz.

Az a jelenség, hogy az erősebb villamáram hosszabb tartamú átvezetése után gyöngébb villamáramnál nem, vagy legalább gyöngébben látszik a hullámzás, mint hasonló áramerőnél az erős áram alkalmazása előtt látszott, nyilván elégséges megfejtést nyer az erős villamáram által okozott ama physikai változásokban, melyeket az az izomban hátrahagy.

V. Egy sartorius izomban 20° C. hőmérséknél 2 accumulatorral még nem jön létre az izomtűnemény, 3 accumulatorral azonban szépen látszik.

29° C. hőmérséknél 2 accumulator áramereje nem okoz hullámzást, 3 accumulatorral fokozódás észlelhető.

35° C. hőmérséknél az izomtűnemény már 2 accumulator áramereje mellett föllép; 3 accumulatorral azonban feltűnően erősebben látszik.

20° C. hőmérsékre lehűtve már 3 accumulator árama sem idézi elő a hullámzást, de 5 accumulator árama szép és erős izomtűneményt eredményez.

E kísérletből az látszik, hogy a *magasabb hőmérséknél már gyöngébb villamáram elő képes idézni a Porret-féle izomtűneményt, míg alacsonyabb hőmérséknél annak létrehozásához erősebb villamáramra van szükség.*

IV. A Porret-féle izomtűnemény élettelen izomban.

Az izomtűneményre vonatkozólag az a vélemény volt eddig általánosan elterjedve, hogy az az izom életéhez van kötve, és csupán ép és ingerlékeny izmon idézhető elő. E vélemény képezte *Hermann*-nak is egyik főtámasztékát, a midőn az izomtűnemény ingerületi természete mellett nyilatkozott. Említettem azonban már előbb, hogy ha a *Porret*-féle izomtűnemény valóban az élő izom kizárólagos sajátja lenne is, az még nem jogosít föl minket arra, hogy az izomtűneménynél a villamáram kataphorikus hatásának okozó szerepét kizártnak tekintsük; mert az izomtűneményhez nem elég a folyadékáramlás egyedül, hanem azon kívül az is szükséges, hogy az izomrostok rugalmasak, hajlékonyak legyenek, helyzetöket könnyen változtathassák, továbbá, hogy a szövetek közt beivódott nedveik alvadékmentesek legyenek.

Minthogy az izom említett physikai sajátosságai csakhamar a halál beállta után jelentékenyen megváltoznak, érthető, hogy az elváltozott izomban a villamáram kataphorikus hatása nem képes a *Porret*-féle izomtűneményt előidézni.

E vélemény jogosultságát senki sem vonhatja kétségbe.

Igyekeztem mindazáltal oly irányban érni el sikert, hogy a *Porret*-féle izomtűneménynél az izom ingerlékenységének szükségtelen volta kiderüljön, és így a jelenség physikai természetét még inkább bebizonyúljon.

Az izmot oly körülmények között kellett megfigyelnem, a midőn életjelenségek rajta nem látszanak, de az izomrostok állománya az ép rostállományhoz képest még lehető csekély mértékben változott el. Meg kellett szüntetnem az izom ingerlékenységét, és a szétesési tünetek föllépése előtti időszakban kellett vizsgálnom a *Porret-féle* izomtűneményt.

Az izom ingerlékenységének megszüntetésére sokféle módot használtam föl; lehetőleg mindent, mitől sikert lehetett várni; kísérleteimet a következőkben sorolom elő:

1. A vegyi anyagok közül híg kaliumlúgot és eczetsavat alkalmaztam a kimetszett izomra; illetőleg az izmot e folyadékokba helyezve vártam, a míg az életjelenségek megszűnnek. Időnkint kivettem az izmot a folyadékból, s egy pár tüelektrodra fölszúrva vizsgáltam az izomtűneményt. Az ingerlékenység csakhamar változott, és egy idő múlva csupán nagyon erős villamáram indítása, vagy az áramirány hirtelen megfordítása okozott ingerületet, mely az izom csekély megrándulásában nyilvánult.

A *Porret-féle* izomtűnemény hasonlóképen mindinkább kevésbé volt látható, de a hol látszott — nevezetesen az izom vékonyabb széleinél — élénksége észrevehető csökkenést nem mutatott; az ok, a miért kevésbé volt látható, nyilván az izom föltűnő elváltozásában rejlett.

Az eczetsavban az izom egészen tejszerűen elfehéredett, és teljesen átlátszatlanná vált. Visszaverődő fénynél vizsgálva a a fölületes rostok hullámzatos mozgása még akkor is észlelhető volt, a midőn az állandó villamáram megindítása a legcsekélyebb rángásszerű összehúzódást sem idézett elő.

Kaliumlúgban az izomrostok csakhamar duzzadni kezdtek; az izomrostok üvegszerűen fénylőkké váltak, és az elváltozás mind mélyebben hatolt az izom középvonala felé. A *Porret-féle* izomtűnemény még akkor is jól látszott, a midőn az állandó áram már csak a legcsekélyebb rángásszerű mozgulatot váltotta ki; de elmaradt akkor, a midőn az izom már egész vastagságában üvegszerű átváltozást szenvedett; az ilyen izom rostjai nagyon merevek, kevésbé hajlékonyak, porcához hasonlók voltak, és az elváltozás eléggé okadatolta az izomtűnemény elmúlását.

2. Kühne¹⁾ az izomnál az elhalás folyama alatt egy olyan állapotot ismert föl, a melyben az izom ingerlékenységét már teljesen elvesztette, de a mellett átlátszó volt mint az ép; a vegy-bomlási folyamat tehát még nem indult meg benne. Az izomnak ez elhalási szakát úgy hoztam létre, hogy elvéreztettem az állatot, és a bőrt rajta hagyva, nedves szekrényben a szobában állani hagytam, a míg a legerősebb bevezetett villamáramok irányában is elvesztette fogékonyságát.

Az ilyen állapotban az állandó villamáram sokszor még vált ki gyöngé rángást; e rángás azonban mindinkább csekélyebb lesz, annyira, hogy alig észrevehető, sőt teljesen el is marad; a Porret-féle izomtűnemény mindamellett látható, és a villamáram irányának változtatása mellett sokszor és hosszú ideig megfigyelhető, a nélkül, hogy az izom ingerlékenységének a legesekélyebb jelét is adná. Csupán azt lehet tapasztalni, hogy az alkalmazni kellő legkisebb áramerő, a mely a hullámzást létrehozni bírja, nagyobb, mint a minőre az ép izomnál szükség van; az áram további erősítése azután arányos gyorsulást és erősödést hoz létre, úgy mint az ép izomnál. Én az áram erősítésekor 15 accumulator (30 Bunsen elem) erejéig haladtam elő, s általában azt tapasztaltam, hogy az erősebb villamáram fokozza a hullámzást.

3. Kühne²⁾ tapasztalta először azt is, hogy az izom 37.5° C. hőmérsékre fölmelegítve, és e hőmérséken hosszabb ideig tartva, ingerlékenységét teljesen elveszíti, a mellett azonban átlátszó puha és alkalikus kémhatású marad. Magasabb hőmérséknél ez az állapot rövidebb idő alatt létrejön.

A hődermét megelőző állapotban, a midőn az izom már teljesen elvesztette ingerlékenységét, a Porret-féle izomtűnemény szépen látható. Sőt az olyan izmon, a mely 39° C. hőmérséknek volt kitéve és az alatt vesztette el ingerlékenységét, az ingerlékenység az izom lehűtése után sem tért vissza; a Porret-féle izomtűnemény ellenben a szobahőmérséknél (18° C.) is szépen mutatkozott, a villamáram erősítésekor fokozódott, és az áram irányának ismételt változtatásakor még sokáig meg volt figyelhető.

¹⁾ Myologische Untersuchungen. Leipzig, 1860. S. 154.

²⁾ Myolog. Untersuchungen. S. 179.

4. Fagyasztás által is megkísérlettem az izmot ingerlékenységtől megfosztani. Azonban ha az izom nem hosszú ideig volt fagyott állapotban, akkor a fölengedés után ingerlékenységét is újra visszanyerte. Igaz, hogy az ingerlékenység sokszor oly csekély volt, hogy csupán állandó villamáram által és így is csak minimalis összehúzódásokat lehetett kiváltani, míg a *Porret*-féle izomtűnemény majdnem oly élénk volt, mint az ép izomban; oly állapotot azonban a megfagyasztás által nem sikerült előidézni, a melyben az izom ingerlékenysége teljesen elveszett és az izomtűnemény még látható maradt volna. A midőn az izom több órán át marad — 8—10° C. hőmérséknél 0° alatt, a fölengedés után többé nem ingerlékeny ugyan, de egyszersmind szembeötlő módon el is változott; tejszínűen elhomályosodott, szemcsés, foltos, átlátszatlan, petyhüdt, tésztaösszeállású és száraz lett; a legkevésbé sem lehet csodálkozni, hogy az ilyen izom a *Porret*-féle izomtűneményt nem mutatja, minthogy a villamáram kataphorikus hatásának e nyilvánulatahoz folyékony izomállomány és a rostok megfelelő rugalmas állapota szükséges.

5. *Longet*¹ és *Masson* kísérletei szerint a nagyon erős bevezetett villamáramok által megölt állatok izmai rögtön a halál után elvesztik ingerlékenységüket; — megkísérlettem a békát ilyen módon előkészíteni a *Porret*-féle izomtűnemény tanulmányozására. Egy pár leideni palaczktól nyert erős villamszikkával sikerült a békát egy csapásra megölni; de egy másik hasonló villamszikkra az izmokban még rángást okozott. 5—6 villamesapás után az izmok sokszor már nem mozdultak.

Az ilyen békák izmai erős állandó villamáram hatása alatt nagyon gyöngye indítási rángást mutattak még, és a *Porret*-féle izomtűnemény oly szépen és élénken mutatkozott rajtok, mint a tökéletesen ingerlékeny izmon.

Az erős villamszikkák hosszabb ideig tartó átvezetése után többször sikerült olyan készítményt nyernem, a melyben az állandó villamáram sem idézett elő *legcsekélyebb összehúzódást sem, és a Porret-féle izomtűnemény mégis szépen mutatkozott.* Más ese-

¹) *Longet*: Traité de Physiologie. 3-ème édit. vol. II. p. 602. «Les décharges électriques, assez intenses pour produire la mort peuvent détruire instantanément l'irritabilité musculaire.»

tekben az állandó áram megindítása vagy megszakítása változatlan vagy fordított áramiránynál egymás után többször is ismételve a rángás kiváltását illetőleg teljesen hatástalan maradt, míg az áram hirtelen megfordítása még csekély összehúzódnást bírt kiváltani; az ingerlékenység tehát még nem veszett el teljesen, de mindenesetre annyira csökkenve volt, hogy a villamáram egyenletes tartama alatt az ingerület kiváltása a *Hermann* fölvételes másodlagos elektrodjainál lehetetlen volt, miután indítási és szakítási ingerület nem mutatkozott: és mégis a *Porret*-féle izomtűnemény a legszebben látható volt.

A midőn a villamszikrákat az állaton 10—15 percz tartama alatt vezettem át (100—150 ütés), az izmokon a *Porret*-féle izomtűnemény sem volt többé látható; de ugyanekkor a test összes izomzata elváltozást mutatott, a mennyiben átlátszóságát többé-kevésbbé elveszítette és száraz, petyhüdt lön. Mikroszkopiai vizsgálathoz az ilyen izom szerkezetében az ép állapottól föltűnő változás nem volt látható.

6. *Nysten* kísérletei szerint a szénsavban elhalt állatok izmai gyorsabban elveszítik ingerlékenységöket, mint az elvérzés által megölt állatokéi.

Megkísérlettem a békánál a szénsavmérgezést oly módon, hogy az állatokat egy zárt edényben szódavízbe helyeztem; a halál már 1—1½ óra múlva beáll, de az izmok ilyenkor még nagyon ingerlékenyek. Mintegy 12 óra múlva az izmok már a legerősebb villamáramokkal ingerelve sem tesznek rángást; egyáltalában minden életjelenség megszűnik, és az izmok is nagy fokban el vannak változva, tejfehérek, átlátszatlanok, és mégis visszaverődött fényenél a *Porret*-féle izomtűneményt szépen mutatják. Az izomtűnemény itt csak abból áll, hogy az áramlásszerű hullámozás az izomrostokon megindul a tevőleges villamsarktól a nemleges sark felé; sem az indítási rángásnak, sem a kathodikus idiomuskularis megvastagodásnak nyoma sem jelenkezik; a villamáram megfordításakor megfordul az izomtűnemény iránya is, ingerlékenységnek azonban ekkor sem mutatkozott semmi jele.

A szénsavval megmérgezett békáknak izmain többször volt alkalmam látni azt a jelenséget is, a mit *Heidenhaim* egyáltalában a mérgezett izmokra vonatkozólag említ föl, és a mit viszont

Kühne-nek nem sikerült látnia, hogy u. i. az izmok ingerlékenysége az erős villamáram hosszabb átvezetése után helyreáll, de csupán szakítási rángásban nyilvánul. A villamáram megindítása ingerületet nem kelt ilyenkor, sőt ellenkezőleg egy előbbi szakítás okozta összehúzódnást az áram ismételt megindítása rögtön felbeszakít és az izom kinyúlását eredményezi.

E jelenség további tanulmányozást igényel; az azonban nyilvánvaló, hogy ha a villamáram megindítása ingerületet nem bír kiváltani, akkor a villamáram egyenletes tartama alatt sincs ok, sőt nincs lehetőség ingerületkiváltást feltételezni; a *Porret*-féle izomtünemény mindamellett sokszor az egész intrapolaris izomszakasz területén szépen élénken látszik, — csak úgy mint az ép izomban, — bár a rostok átlátszatlansága miatt csupán visszaverődött fénynél figyelhető meg.

A szénsavmérgezésben elhalt békák izmai mikroszkop alatt vizsgálva, hasonló elváltozást tüntetnek elő, mint a zsíros elfajulásnál, vagy ama csikolatszétésénél, a mely a váltogató irányú bevezetett villamáramok hatása alatt jön létre az izomban, és a melyet *Jendrassik*¹⁾ ismertetett ama megjegyzéssel, hogy nyilván másféle hatányok is esetleg hasonló csikolatszétésést eredményezhetnek; a halványan látszó harántesíkot közt ugyanis elszórva mindenütt fényes pontsorok lépnek föl, melyekben az egyenlőtlen nagyságú szemcsék az izomrostok hossziránya szerint vannak egymás mellé rendeződve. E pontsorok nyilván a csikolat részletes szétesése és kisebb-nagyobb disdiaklast-csoportok képződése által jönnek létre.

Végszó.

Kísérleteim eredményeit, a mennyiben azok a *Porret*-féle izomtünemény áttekintése és kellő megítélése végett figyelembe veendők, röviden a következőkben állithatom össze:

1. Az állandó villamáram egyenletes tartama alatt az intrapolaris izomszakasz hosszában hatékony másodlagos elektrodok képződhetése, a melyektől ingerületek indulhatnak ki, nem valószínű.

¹⁾ Id. akad. ért. —. I. és id. Archiv 341. I.

2. Az izom intrapolaris szakasza a Porret-féle izomtűnemény tartama alatt rángásra képes marad; rángás indítható meg benne az állandó villamáram megindítása, irányának megváltoztatása, erejének növelése illetőleg csökkentése, bevezetett villamáram alkalmazása vagy bármely általános izominger által.

3. Az intrapolaris izomszakaszban a Porret-féle izomtűnemény tartama alatt keletkezett ingerület az izomban mind a két irány felé tovább terjed; és nem szorítkozik az intrapolaris izomszakaszra, hanem mind a két elektrodon át az extrapolaris szakaszokra is áttérjed.

4. Az állandó villamáram tartama alatt az intrapolaris izomszakasz ingerlése bevezetett árammal még abban az időszakban is rángást eredményez, a midőn a *Porret*-féle izomtűnemény már megszűnt látható lenni; a rángásban az extrapolaris izomszakaszok is résztvesznek.

5. Az ingerület tovaterjedési sebessége oly erejű villamáramok hatása alatt, a minők a *Porret*-féle izomtűneményt létrehozni képesek, csak csekély változást szenved; a változás azonban bizonyos áramerő-határig úgy látszik, hogy a két elektrotonikus izomszakaszban nem egyértelmű, hanem a katelektrotonusban inkább növekedés, az anelektrotonusban pedig csökkenés van.

6. Nagyon erős állandó villamáram alkalmazásakor az intrapolaris izomszakaszok bevezetett villamárammal való ingerlésekor kiváltott rángás az intrapolaris szakaszra szorítkozik, az extrapolaris szakaszokra nem terjed át.

7. Abban az időszakban, a midőn a villamáram tartama alatt változatlan áramiránynál a *Porret*-féle izomtűnemény már megszűnt, úgy bevezetett, áram mint más általános izominger által az intrapolaris izomszakaszban lehet összehúzódást kiváltani. A *Porret*-féle izomtűnemény megszűnésének az oka e szerint nem lehet az elfáradás.

8. Egy bizonyos áramerő alkalmazásakor az áram irányának többszörös megfordítása után a *Porret*-féle izomtűnemény már nem idézhető elő, erősebb villamáram azt ismét létrehozza.

9. A *Porret*-féle izomtűnemény élénksége arányban áll a villamáram erejével.

10. A hőmérsék emelkedésekor az izom ingerlékenysége és a *Porret*-féle izomtűnemény nem arányosan változnak.

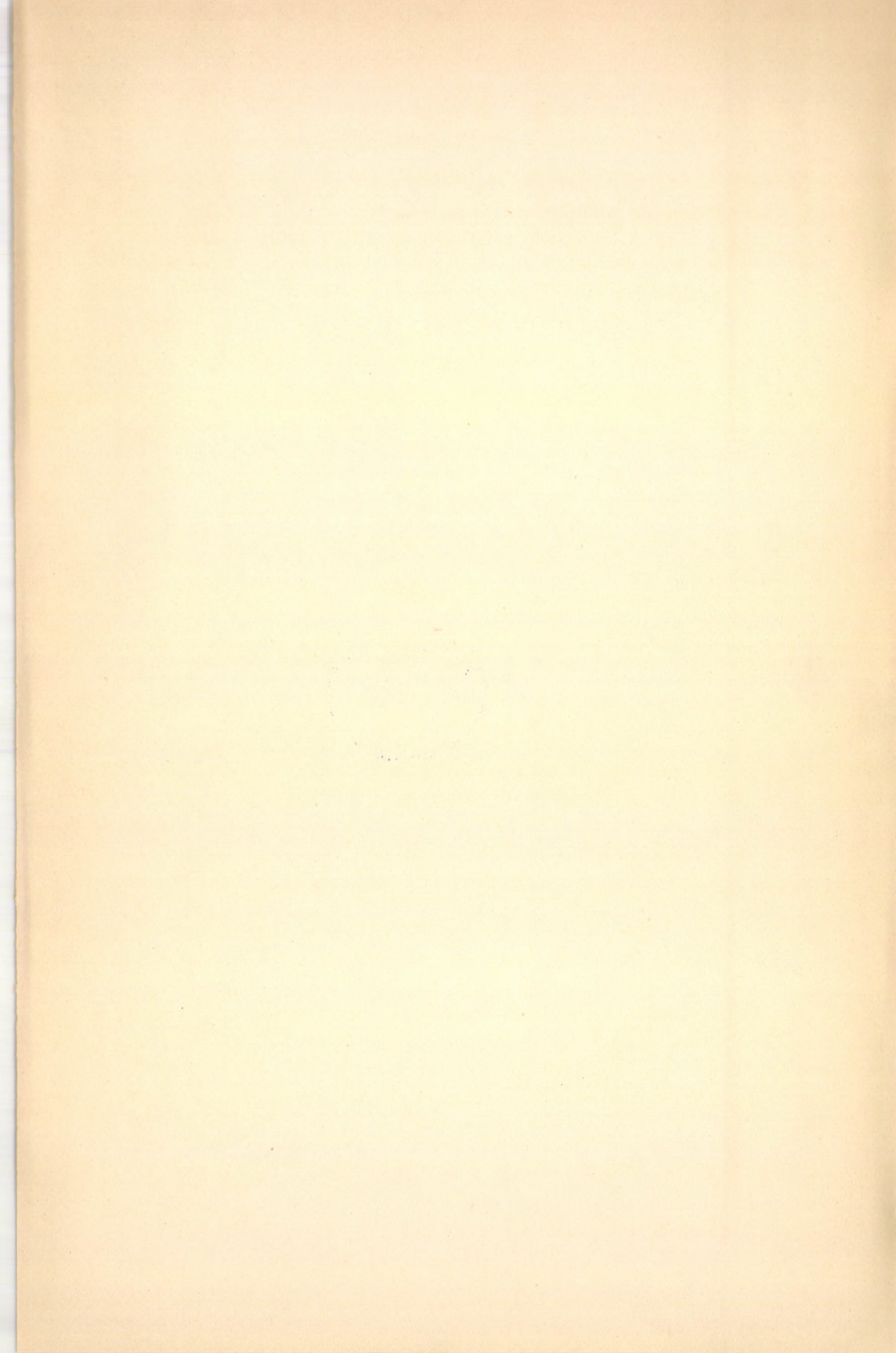
11. Magasabb hőmérséknél gyöngébb áramerő is elégséges a Porret-féle izomtűnemény létrehozására.

12. A Porret-féle izomtűnemény oly izmokban is változatlan élénkséggel előidézhető, a melyeknek ingerlékenysége a legalacsonyabb fokra süllyedt, vagy teljesen el is veszett.

A Porret-féle izomtűnemény ezek szerint nem életjelenség.



2739-1922 / 23.



Tizenkettedik kötet 1882.

I. Baryt és Cerusit Felekesről Borsodmegyében. (Négy könyomatú táblával.) *Schmidt Sándortól*. — II. Kristálytani és optikai vizsgálatok az aranyhegyi Amphibolon. (Egy képtáblával.) *Franzenau Ágostontól*. — III. Értekezések a myo-mechanika köréből. *Jendrássik Jenőtől*. — IV. Helyreigazító észrevételek Thanhoffer Lajos urnak «Adatok a harántesiku izmok szerkezete és idegvégződéséhez» czimű székfoglaló értekezéséhez. *Jendrássik Jenőtől*. — V. A Vampyrella fejlődése és rendszertani állása. (Két táblával.) *Klein Gyulától*. — VI. Az Aquilegiák rendszere és földrajzi elterjedése. (Systema et area Aquilegiarum geographica.) *Dr. Borbás Vinczétől*. — VII. A szénkönyvek égése chlorgázban. *P. Kiss Károlytól*. — VIII. Adatok a növények, különösen az Euphorbiceák tejnedvének ismeretéhez. (Két táblával.) *Diets Sándortól*. — IX. Helyreigazító észrevételek Jendrássik Jenő ur «Helyreigazító» etc. «Észrevételeire». *Thanhoffer Lajostól*. — X. Adatok a Cestodák ismeretéhez, a Solenophorus Megalcephaluson megejtett vizsgálatok alapján. (Tizenhét ábrával.) A heidelbergi egyetem állattani intézetéből. *Dr. Roboz Zoltántól*.

Tizenharmadik kötet 1883.

I. A Clavulina Szabói-rétegek, az Eugeneák és a tengeri Alpok területén, — és a krétakori «Scaglia» az Eugeneákban. (Négy táblával.) *Hantken Miksától*. — II. Az Eremocoris-fajok magánrajza. (Két táblával.) *Horváth Gézától*. — III. A modern zoologia szempontjai s céljai. (Székf.) *Kriesch Jánostól*. — IV. A rovarok dimorphismusáról. (Egy tábla rajzzal.) (Székf.) *Horváth Gézától*. — V. A parádi timsós, Ilonavölgyi timsós és a Clarisse-forrás vizének vegyelemzése. *Dr. Lengyel Bélától*. — VI. A Sibrai (Sivabrada) fürdő ásványvizének vegyelemzése. *Scherfel V. Auréltól*. — VII. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. (III. füz.) Közli Jendrássik Jenő. 1. A folyadékok áramlása hajszálcsovekben. (Öt ábrával.) 2. Adatok a fehérvyeoldatok átszivárgásához. *Dr. Regézi Nagy Imrétől*. — VIII. Uj vagy kevésbé ismert hasgombák. Gasteromycetes novi vel minus cogniti. (Öt táblával.) *Kalchbrenner Károlytól*. — IX. Az állatország rendszeres osztályozása, különös tekintettel az újabb állattani rendszerekre. (Egy rajztáblával.) (Székf.) *Dr. Margó Tivadartól*. — X. A czemétei ásványviz vegytani elemzése. *Scherfel V. Auréltól*. — XI. Hymenoptera nova Europaea et exotica. Európai és másföldi új Hártyaröptiek. *Mocsáry Sándortól*. — XII. Hunyadmegye ásványvizei. *Dr. Hankó Vilmostól*. — XIII. Vizsgálatok a löcsei m. k. főreáltanoda vegytani intézetéből. *Dr. Steiner Antaltól*. — XIV. A petroleum. lobbánási pontja meghatározásának egy új módszere. *Liebermann Leótól*. — XV. Adatok a Cilioflagelláták ismeretéhez. (Véglénytani tanulmány. Egy rajzlappal.) *Dr. Daday Jenőtől*.

Tizennegyedik kötet. 1884.

I. Egy tömegesen tenyésző légyfaj az Alsó-Duna mellékéről. (Thalassoma congregata.) (Három tábla rajzzal.) *Dr. Tömösváry Ödöntől*. — II. A lakásviszonyok befolyása a cholera és typhus elterjedésére. *Dr. Fodor Józseftől*. — III. A csigolyaközötti dűczok és idegyökök fejlődéséről. (Két tábla rajzzal.) *Dr. Ónodi A. D-től*. — IV. A keleti Kárpátok geológiai viszonyai. (Két szelvénynyel.) *Dr. Primics Györgytől*. — V. A külső hőmérsék befolyása a csecsemők szervezetére. *Dr. Eröss Gyulától*. — VI. Uj adatok a Buda-nagykovácsii hegység és az esztergomi vidék föld- és öslénytani ismeretéhez. *Dr. Hantken Miksától*. — VII. A folyami rák zöld mirigyének boncz-, szövet- és élettana. (Két táblával.) *Szigethy Károlytól*. — VIII. Tanulmány a Najadeák szövettanából. (Négy táblával.) *Ifj. Apáthy Istvántól*. — IX. Az

associált szemmozgások idegmechanismusáról. III. közlemény. (Egy famet-szettel, hat táblázattal s egy színes kőrajzzal.) *Dr. Hőgyes Endrétől.* (Székf.)

Tizenötödik kötet. 1885. (1—19.)

I. Ásványelemzési közlemények. *Loczka Józseftől.* — II. Gróf Széchenyi Béla közép-ázsiai expedíciójának növénytanai eredményeiről. (Székf.) *Kanitz Ágosttól.* — III. Selmecz geológiai viszonyainak előzetes ismertetése. *Dr. Szabó Józseftől.* — IV. A tátrafüredi Hygiea-forrás vegyelemzése. *Scherfel V. Auréltól.* — V. A koronahegyi fürdő (Smerdzonka) kénészivének vegyelemzése. *Scherfel V. Auréltól.* — VI. A Beregmegyében levő bilasoviczi Irma-forrás ásványvizének vegyelemzése. *Nendtvich Károlytól.* — VII. A szliácsi források chemiai elemzése. (Székfoglaló.) *Than Károlytól.* — VIII. A bártfai fürdő ásványvizeinek chemiai elemzése. *Dr. Ossikovszky Józseftől.* — IX. A vámfalusi és túrvékenyi ásványvizek vegyelemzése. *Nendtvich Károlytól.* — X. Bacteriumok az élő állatok vérében. *Fodor Józseftől.* — XI. Magyarország ásványvizei. *Nendtvich Károlytól.* — XII. Vizsgálatok újszülött gyermekek rendes hőmérséki viszonyaira vonatkozólag. *Erőss Gyulától.* — XIII. A szemlence fejlődésének első mozzanatairól a gerinceseknél. *Korányi Sándortól.* — XIV. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. (IV. füz.) Közli Jendrassik Jenő. 1. Észrevételek az osmosis elméletéhez. Nagy Imrétől. 2. Az izommagvakról. *Rothman Ármintól.* — XV. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. (V. füz.) Közli Jendrassik Jenő. 1. A sima izomzat gyarapodása és pótlódása. Ifj. Apáthy Istvántól. 2. Adatok a gerinczagi dúczok ismeretéhez, a békán tett vizsgálatok alapján. *Lenhossék Mihálytól.* — XVI. Progén koponyák. *Dr. Lenhossék Józseftől.* — XVII. Magyarország erdőségei. *Bedő Alberttől.* — XVIII. A palaearktikus övben élő terrikoláknak revisiója és elterjedése. *Örley Lászlótól.* — XIX. Az együttértő idegrendszer fejlődése. *Ónodi A. D.-től.*

Tizenhatodik kötet. 1886.

I. Adatok a pókok boncz- és fejlődéstanához, különös tekintettel a végtagokra. *Lendl Adolftól.* — II. Közlemények az állatorvosi élettani intézetből. II. Eszközök és vizsgálatok. *Thanhoffer Lajostól.* — III. Ujabb kísérletek erekre fecskendezett bacteriumokkal. *Fodor Józseftől.* — IV. Adatok a Gregarinák ismeretéhez. *Roboz Zoltántól.* — V. Ritkább boncz-tani rendellenességek. Egy táblával. *Lenhossék Mihálytól.* — VI. A magyarországi Obsidiánok, különös tekintettel geológiai viszonyaikra. *Szádeczky Gyulától.* — VII. Új adatok Erdély denevér-faunájának ismeretéhez. *Dr. Daday Jenőtől.*

Tizenhetedik kötet. 1887.

I. Göd környéke forrásainak geológiai s hidrográfiai viszonyai. Egy térkép és 5 famet-szettel. *Szabó Józseftől.* — II. A Sparganium T. és Typha T. virág és termés fejlődése. 8 tábla rajzzal. *Dietz Sándortól.* — III. A brassói hegység földtani szervezetéről és talajviz viszonyairól. *Koch Antaltól.* — IV. A vérnek bacterium ölü képességéről. *Fodor Józseftől.* — V. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. (VI. füzet) *Regéczy Nagy Imrétől.* — VI. A növények talajálló irányának okairól. *Dietz Sándortól.*

Tizennyolczadik kötet. 1888.

I. A környezet hatása a hőmérőkre. *Hegyfoky Kabostól.* — II. A pókok, különösen a kerekhálós pókok természetes osztályozásának kísérlete. *Lendl Adolftól.* — III. A XIX. század physikai kutatásának mozgó eszméiről. *Heller Ágosttól.* — IV. Kórodai adatok a fertőző betegségek ismeretéhez. *Korányi Frigyesstől.* — V. A veszettség gyógyításáról. *Dr. Hőgyes Endre l. tagtól.*